

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

*Я.Г. Цицюра, М.М. Неїлик,
І.М.Дідур, М.І. Поліщук*

СИДЕРАЦІЯ ЯК БАЗОВА СКЛАДОВА
БІОЛОГІЗАЦІЇ СУЧАСНИХ СИСТЕМ
ЗЕМЛЕРОБСТВА

Монографія

Вінниця 2022

УДК 631.153.3

I-66

Цицюра Я.Г., Неїлик М.М., Дідур І.М., Поліщук М.І. Сидерація як базова складова біологізації сучасних систем землеробства. Монографія. Вінниця: Видавець ТОВ «Друк», 2022. 770 с.

У монографії деталізовано та систематизовано результати наукових досліджень, в тому числі і власні авторів, з питань ефективних технологій застосування сидерації у системі біологізації систем землеробства.

Висвітлено основні складові інноваційних підходів у забезпеченні ефективного застосування технологій різних форм та видів сидерації на підставі аналізу їх ефективного примінення до основних сільськогосподарських культур та комплексних систем альтернативного удобрення у зональних землеробських технологіях з огляду на світовий та вітчизняний досвід та ефективні практики застосування.

Монографія буде корисна фахівцям різних сфер агротехнологічного виробництва та студентам агрономічних спеціальностей з таких дисциплін як «Агрохімія», «Сучасні системи удобрення», «Землеробство», «Адаптивні системи землеробства», «Агроекологія», «Охорона ґрунтів та земель тощо».

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету як монографію (Протокол № 3 від 31 жовтня 2022 р.).

Рецензенти:

ПАТИКА В.П. – завідувач відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, доктор біологічних наук, професор, академік НААН України.

МОЙСІЄНКО В.В. – завідувач кафедри технологій у рослинництві Поліського національного університету, доктор сільськогосподарських наук, професор.

ТКАЧУК О.П. – завідувач кафедри екології то охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету, доктор сільськогосподарських наук, доцент.

ISBN 975-619 7129-64-0

© Я.Г. Цицюра 2022

© М.М. Неїлик 2022

© І.М. Дідур 2022

© М.І. Поліщук 2022

© ВНАУ 2022

ПЕРЕДМОВА

Сучасні умови ведення науково обґрунтованого землеробства повинні, перш за все, базуватися на збереженні родючості ґрунтів, балансу поживних речовин, винесених урожаєм сільськогосподарських культур, що передбачає внесення достатньої кількості органічних та мінеральних добрив, відновлювальних ресурсів, насамперед побічної продукції рослинництва – соломи, поживних решток кукурудзи і соняшнику у подрібненому стані, а також зеленої маси сидератів.

Водночас, вирощування сидератів лежить в основі нового напрямку галузі рослинництва – це органічне виробництво.

У постанові Кабінету Міністрів України «Про затвердження Детальних правил виробництва органічної продукції (сировини) рослинного походження» зазначається, що основою виробництва такої продукції є виключення з технологічного процесу застосування хімічних добрив, пестицидів, ГМО та їх похідних, а також встановлюється вимога використовувати переваги біологізації землеробства шляхом розширення посівів багаторічних трав і збільшення площ сільськогосподарських культур, що посіяні на зелене добриво.

Сидерація – спосіб підвищення родючості ґрунтів, при якому зелена маса спеціально вирощених рослин – сидератів заорюється в ґрунт, покращуючи його структуру і збагачуючи гумусом та є одним із найбільш доступних, проте мало застосовуваних резервів забезпечення культурних рослин необхідними поживними речовинами.

Сидерати – невичерпне, постійно оновлювальне джерело органічної речовини. Найбільш характерною особливістю сидеральних культур є те, що їхня коренева система має властивість споживати поживні речовини з глибоких шарів ґрунту. Важкодоступні сполуки фосфору, калію, кремнію сидерати своїми кореневими виділеннями переводять у засвоюваний стан, роблячи їх доступними для живлення сільськогосподарських культур і суттєво підвищують їхню врожайність.

Ареал можливого застосування сидератів досить великий – це все Полісся і західні райони Лісостепу, де поширені піщані та супіщані ґрунти.

Враховуючи, що збільшення виробництва органічних добрив (гною) до обґрунтованих норм в найближчі роки малоімовірно, резервом у підвищенні родючості та біологічної активності ґрунтів, покращення їх структури, водно-фізичних і агрохімічних властивостей та зниження впливу водної і вітрової ерозії є вирощування сидеральних культур.

За умови застосування сидерації, хоч і на короткий період, поверхню ґрунту захищає рослинний покрив, ґрунт під сидератами менше перегрівається, не пересихає, у ньому активно діють мікроорганізми та дощові черв'яки, цим створюються умови, наближені до природних, для відновлення родючості.

Коренева система деяких сидеральних культур (гірчиця, гречка, люпин) виділяє органічні кислоти, які сприяють перетворенню важкорозчинних

фосфатів у доступні форми. Сидерати допомагають очищати поле від бур'янів та зменшують ураженість культур хворобами. Такі сидеральні рослини, як гірчиця та люпин, знижують чисельність шкідників у ґрунті.

Сидерація забезпечує високу економічну ефективність. Затрати на застосування зелених добрив у 6-8 разів нижчі порівняно із затратами на приготування, транспортування й внесення гною і в основному складаються з вартості насіння та робіт по догляду за культурою.

Сидерати, або культури на зелене добриво, повністю відповідають вимогам біологічного землеробства. Вони збагачують ґрунт поживними речовинами, поліпшують його структуру, тепловий, повітряний, водний режими, захищають від ерозії. За даними наукових досліджень, загортання в ґрунт 20–30 т/га зеленої маси сидератів рівноцінне внесенню такої ж кількості гною. При цьому витрати енергії на вирощування сидеральної культури менші у 2,5 рази. Важливо й те, що 1 т зеленої маси еспарцетового сидерату в 2–3 рази дешевше такої ж кількості гною. Широке використання сидератів збільшує ефективність природокористування, поліпшує родючість ґрунту, сприяє отриманню з одиниці площі більшої кількості продукції. Крім того, сидерація відчутно покращує екологічну ситуацію, яка стає в наш час однією з життєво важливих проблем. Позитивна дія сидерату відчувається протягом 3–4 років¹.

Сидерація – могутній чинник підтримання балансу біогенних елементів у кореневмісному шарі ґрунту. Сидеральні культури накопичують у ньому стільки корневих решток, як і надземної маси залежно від культури сидерації – від 15 до 45 т/га. Кореневі системи, пронизуючи товщу ґрунту, забезпечують рівномірний розподіл органічної речовини, яка є поживним матеріалом для розвитку корисної ґрунтової біоти, а також супроводжується в процесі мінералізації бурхливим виділенням CO₂, що є джерелом вуглецевого живлення рослин. За правильного ведення сидеральної культури та поєднання її дії з побічною продукцією рослинництва відбувається розширене відтворення родючості ґрунтів із позитивним балансом гумусу, а залучення із нижніх шарів ґрунту до кругообігу біогенних елементів – фосфору, калію, кальцію, магнію та мікроелементів є майже безкоштовним подарунком землеробу. Завдяки зеленій масі сидератів залучається для мінерального живлення рослин до 20–40 кг/га азоту, до 10–20 – фосфору і 30–40 – калію, і додатково з корневими рештками фосфору – 10–17, калію – 44–70 кг/га.

Сучасне українське землеробство здатне продукувати до 100 млн тонн зеленої маси сидератів і до 50 млн тонн соломистої побічної продукції рослинництва, що помітно збалансувало б потребу в органічних добривах (яка в ідеалі становить близько 300 млн т). За умови використання для сидерації лише 10% площ під зерновими культурами і парів, площі сидеральних посівів можуть становити близько 2 млн гектарів. Фактично ж за останнє десятиліття середня площа, зайнята під сидератами, не перевищує 300 тис. гектарів, або 15% можливого. За розрахункової середньої врожайності сидератів до 15–20

¹ Сидеральні культури: практичні рекомендації /Антонець С.С., Антонець А.С., Писаренко В.М. та ін.; за ред. В.М.Писаренка. Полтава: Сімон, 2011. 52 с.

т/га загальна маса зелених добрив не перевищує 600 тис. тонн. Українською незастосовуємо на добриво й солому – близько 2 млн тонн, що становить 4% можливого².

Непересічне значення сидерації в поліпшенні фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Це природні розуцільнювачі плужної підшви і підорного (20–40 см) шару кореневою системою сидеральних рослин. Розпушення ґрунту, запаси вологи під покривом рослин, органічна маса створюють оптимальні умови для розвитку популяції дощових черв'яків, продукти діяльності яких також забезпечують рослини елементами живлення².

У світовій практиці на сидерацію вирощують понад 60 різновидів бобових, хрестоцвітих, злакових й інших культур. Застосовуючи культуру сидерації, ми наближаємо умови агроценозу до функціонування природних біоценозів, які не знають проміжної стадії голого поля без рослинності. Вибір сидерату залежить від умов зволоження, реакції ґрунтового розчину, вмісту гумусу та рівня забезпечення мінерального живлення рослин. На бідних ґрунтах із підвищеною кислотністю краще ростуть жито озиме, овес, пшениця, з бобових – люпин, пелюшка, конюшина. На родючих землях – бобові культури – вика яра, серадела, фацелія, багаторічні трави – конюшина, люцерна, еспарцет, буркун та злакові кормові трави. Для післязбиральної сівби на сидерацію придатні лише ті культури, які є скоростиглими і не чутливими до низьких температур повітря і ґрунту. Найнадійнішими для цих умов є родина хрестоцвітих культур – суріпиця яра і озима, редька олійна, гірчиця біла, ріпак озимий і ярий.²

Тому найраціональніше для землероба – максимально зайняти поле рослинністю у часі. Проте для багатьох новачків у цій справі корабель сидерації часто натикається на підводні рифи.

Зараз в Україні, в тому числі і на Вінниччині, відбувається поглиблення спеціалізації приватних господарств, скорочення періоду ротації сівозмін, насичення одновидовими культурами, що призводить до різкого зменшення родючості ґрунтів і значного зменшення врожайності сільськогосподарських культур. Тому одним з найактуальніших питань сьогодення є застосування сидеральних рослин, але, на жаль, у Вінницькій області, як і у всій Україні, сидерація ще не знайшла належного поширення.

Таким чином, слід констатувати, що широке впровадження сидерації дає можливість зростанню рентабельності виробництва, екологічному оздоровленню ґрунту, підвищенню його родючості, охороні довкілля, а також сприяє переходу до ресурсозберігаючої, а в майбутньому й органічної системи землеробства.

Саме з перелічених вище тверджень дана публікація є актуальною і корисною для тих хто працюючи на землі дбає про майбутнє України та збереження її головного багатства – ґрунтів.

² Дегодюк Е. Сидерація — це культура землеробства. he Ukrainian Farmer. 2017. URL: <https://agrotimes.ua/article/sideraciya-ce-kultura-zemlerobstva/>.

РОЗДІЛ 1. ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ СИДЕРАЦІЇ (СВІТОВИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ РАКУРС)

1.1. Історія становлення сидерації в різні історичні періоди

Знайомство з спадщиною античної агротехніки, що дійшло до нас, вражає багатством ідей, націлених на підвищення родючості оброблюваних земель, і практичних прийомів щодо їх втілення. Як показав великий досвід багатьох поколінь, для того, щоб постійно підвищувати врожайність сільськогосподарських культур, потрібно вносити в ґрунт достатню кількість добрив та органічної речовини – гною, перегною, золи, посліду птахів та інших відходів. Крім того, у Китаї, Японії, Індії, Індонезії, державах Середземномор'я ще в III–II тис. до н. е. широко використовували зелені добрива як підвищення родючості землі.

Передумовою зародження знань про органічні заходи у землеробстві стали напрацювання, які набули свого первісного розвитку у працях письменників античного світу³. Вони акцентували свої спостереження на чергуванні зернових, бобових (вика, горох)^{4 5} та сидеральних культур (боби, гірчиця, люпин)^{6 7}, використанні органічних добрив (гній)⁸.

У VIII–IV ст. до н. е. знання про органічні заходи у землеробстві вперше сформулювали у своїх працях діячі Стародавньої Греції^{9 10}: Арістотель^{11 12}, Гесіод¹³, Платон^{14 15}, Теофраст¹⁶.

³ Блаватский В.Д. Земледелие в античных государствах Северного Причерноморья. Москва: Сельхозгиз, 1953. 321 с

⁴ Коваленко Н. П. Еволюція наукових поглядів щодо алелопатичної активності сільськогосподарських культур у сівозмiнах. Сільськогосподарська мікробіологія: міжвідомчий тематичний наук. зб. Чернігів. 2012. вип. 15–16. С. 161–173.

⁵ Коваленко Н. П. Історичні аспекти зародження і розвитку наукових знань про сидеральні сівозміни. Сільський господар. Львів. 2012. №11–12. С. 27–33.

⁶ Бойко П.І., Коваленко Н.П., Дишлевий В.А. Місце та строки повернення соняшника в сівозміні. Вісник Черкаського Інституту агропромислового виробництва: міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. Черкаси. 2004. вип. 4. С. 244–257.

⁷ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмiн у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

⁸ Примаков І.Д., Вергунов В.А., Рошко В.Г. Системи землеробства: історія їх розвитку і наукові основи. Біла Церква: БДАУ, 2004. 528 с.

⁹ Вебер М. Аграрная история древнего мира. Москва, 1923. 436 с.

¹⁰ Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А.В. Агрохимия. Москва: Агропромиздат, 1989. 639 с.

¹¹ Мартич Р.В. Концепція живого у філософії Платона і Арістотеля: світоглядно-освітологічний аспект. Філософія неперервної професійної освіти. 2015. №3 (44). С. 56–61.

¹² Вербин А.А. Очерки по развитию отечественной агрономии – введение в агрономию. Москва: Советская наука, 1958. 262 с.

¹³ Аристотель. О частях животных. Пер. с греч. В.П. Карпова. Москва: Биомедгиз, 1937. 219 с.

У III–I ст. до н. е. у Стародавньому Римі знання про органічні заходи у землеробстві поширювали видатні тогочасні натуралісти: Марк Порцій Катон¹⁷, Марк Теренцій Варрон^{18 19}, Тіт Лукрецій Кар²⁰, Публій Вергілій Марон²¹, Луцій Юній Модерат Колумелла^{22 23}, Пліній Старший Гай²⁴.

Вже римлянам була відома важлива роль чергування культур у отриманні вищих, ніж зазвичай, урожаїв. Вони сіяли на схилах вулкана Везувій люпин, траву із родини бобових, після чого отримували високі врожаї. У наш час стало відомо, що в застиглій лаві вулканічного походження містилося більше, ніж у навколишньому ґрунті, фосфору та калію, а люпин, фіксуючи молекулярний азот, забезпечував рослини, що ростуть азотом, фосфором, калієм та іншими макро- і мікроелементами.

Вже в Стародавньому Єгипті гірчиця і жито були замінені однорічною бобовою рослиною, олександрійською конюшиною (*Trifolium alexandrinum* L.), а на території середньоазіатських республік його помітив посів маша (*Phaseobia mungo* L.), в Таджикистані – пелюшки (*Pisum arvense* L.).

Особливу увагу привертає багатий досвід історії землеробства Стародавнього Риму, Греції та Карфагену. Як свідчить численна література, що дійшла до нас, у ті далекі часи хлібороби, освоюючи недоторкані ділянки землі, демонстрували солідні знання в галузі агрономії. Вони вміло поводитися із землею, добривами, вели боротьбу з вітровою та водною ерозією ґрунту. У трактатах античних авторів вже тоді було відображено значення чергування культур та інші питання агрономії.

Ще VIII–VII ст. до зв. е. елліни непогано для тих часів розбиралися у питаннях землеробства. Однак ще за тисячі років до еллінів шумери, асирійці, єгиптяни та інші народи, обробляючи землю примітивними знаряддями,

¹⁴ Бойко П.І., Коваленко Н.П. Історичні і сучасні досягнення у вивченні та впровадженні систем землеробства і сівозмін. Агроном. Київ. 2005. №3. С. 78–81.

¹⁵ Коваленко Н.П. Еволюція наукових поглядів щодо алелопатичної активності сільськогосподарських культур у сівозмінах. Сільськогосподарська мікробіологія: міжвідомчий тематичний наук. зб. Чернігів. 2012. вип. 15–16. С. 161–173.

¹⁶ Джеймс П., Мартин Дж. Все возможные миры: история географических идей. Москва: Мысль, 1998. 672 с.

¹⁷ Бойко П.І., Коваленко Н.П. Історичні і сучасні досягнення у вивченні та впровадженні систем землеробства і сівозмін. Агроном. Київ. 2005. №3. С. 78–81.

¹⁸ Вербин А.А. Очерки по развитию отечественной агрономии – введение в агрономию. Москва: Советская наука, 1958. 262 с.

¹⁹ Катон, Варрон, Колумелла, Плиний. О сельском хозяйстве. Москва-Ленинград, 1937. 454 с.

²⁰ Катон, Варрон, Колумелла, Плиний. О сельском хозяйстве. Москва-Ленинград, 1937. 454 с.

²¹ Берлянд С.С. Очерки о земледелии и земледельцах. Москва: Просвещение, 1964. 447 с.

²² Коваленко Н. П. Історичні аспекти теоретичних основ чергування сільськогосподарських культур у сівозмінах. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво: міжвідомчий тематичний наук. зб. ЛьвівОброшино. 2012. вип. 54. ч. 2. С. 32–41.

²³ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

²⁴ Шувар І.А., Сендецький В.М., Бунчак О.М. Виробництво та використання органічних добрив. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 596 с.

аналізували свій досвід та вдосконалювали навички з обробітку зернових та інших культур (виноградників, плодкових насаджень та ін.), що дохідливо доносили наступним поколінням у своїх описах.

Вчений і поет античної Греції Геспод у своїх працях оспівує любов до землі, називаючи її «священною», «цілющою», і тим самим закликає трудівників до ретельного та дбайливого ставлення до своєї годувальниці.

Під зеленим добривом, сидерацією, розуміється особливий прийом удобрення ґрунту шляхом заорювання зеленої маси, що висіваються для цієї мети²⁵.

Органічну речовину зеленого добрива можна розглядати як створюваний у ґрунті запасний резерв усіх необхідних рослинам поживних речовин, які при закладенні в ґрунт переходять у засвоювану форму не відразу, а поступово, протягом всього вегетаційного періоду, забезпечуючи безперервне зростання рослин. Особливо цінною якістю зеленого добрива з бобових рослин є його здатність збагачувати ґрунт азотом завдяки використанню азоту атмосфери. У цьому сенсі посів бобових рослин можна назвати живою фабрикою азотних добрив. Важливо й те, що удобрення ґрунту азотом за допомогою бобових рослин йде без великих витрат на їхнє транспортування ззовні, і в цьому відношенні воно може бути назване місцевим добривом.

На властивість бобових – покращувати ґрунт для майбутньої рослини – вказувалося ще римськими письменниками; Пліній писав: «люпини потребують так мало гною, що навіть самі можуть заступати місце кращого гною...», «Вика робить землю родючою»... «Має сіяти там полбу, де колись росли люпини, вика чи боби... ». Колумелла пише про удобрювальне значення люпинів, бобів, гороху, сочевиці, вікі, виділяючи серед них люпини.

Зелене добриво римляни запозичили в греків, які, своєю чергою, отримали його в єгиптян, які взяли сидеральну систему землеробства у вигляді закінченої системи від народів Сходу, де її втрачається. Гаряча пропаганда сидеральної, або зоряної системи відновлення родючості ґрунту (*sidereue* – зоряний), за часів Юлія Цезаря, була введена замість парової системи землеробства. Сутність системи зводилася до систематичного посіву після зняття врожаю культурної рослини щорічно або через два роки – озимого жита чи гірчиці для того, щоб коли жито розкуститься або гірчиця зацвіте, заорати ці рослини глибокої осені в ґрунт.

Пізніше (IV–III ст. е.) у роботах Аристотеля і Феофраста вказується те що, що родючість полів залежить від агротехніки і попередніх вирощуваних культур. Феофраст писав: «Хліб відбирає силу в ґрунтів, а боби відновлюють». Це твердження є актуальним і в наш час. Вважається, що найкращими попередниками для наступних культур є бобові трави, люпини, вика, горох та ін.

Значний слід в історії сидерації залишили роботи Катона, Варрона, Колумелли, Плінія та інші^{26 27}. При знайомстві з трактатами цих та інших

²⁵ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

²⁶ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

авторів можна дійти висновку, що землеробству вже тоді приділяли найпильнішу увагу. Багато в цьому напрямку зробив Катон (нар. 234 р. до н. е.). Маючи високу ерудицію та спостережливість, він зумів всебічно узагальнити досвід землеробства Греції, Карфагена, а також роботи багатьох античних авторів. У трактаті про сільському господарстві він описує значення гною в землеробстві, правила його заготівлі та зберігання: «Голубиний послід слід розсівати лугом, городом чи нивою. Дбайливо зберігати козячий, овечий, коров'ячий гній...» Якщо не вистачає гною, Катон рекомендує збирати соломку, листя падуба, м'якину, бобові стебла та підстилати їх тваринам. «Рви на ниві бузик, болиголов, високу траву та осоку. Її підстилай вівцям та волам... Якщо виноградна лоза буде безплідною, дрібно наріж її гілки і тут же запаши або закопай їх... Які рослини удобрюють ниву? – люпин, боби та вика». З цих рекомендацій ми бачимо, що вже тоді, за тисячі років до нашої ери, землероби мали повне уявлення про удобрювальну дію бобових культур та значення гною у землеробстві.

Однак трактати Катона, Аристотеля та інших вчених того часу були не всім доступні, а часом і складні для розуміння, тому Варрон (II–I ст. до н. е.) за дорученням Юлія Цезаря створив у Римі першу публічну бібліотеку, в якій зосереджувалися роботи багатьох авторів про землеробство. Він писав: «Землеробство – наука необхідна і велика». Варрон вважав, що стійкіших урожаїв можна досягти шляхом поліпшення деяких агроприймів. Він радив, наприклад, «сіяти рослини заради майбутніх урожаїв». Це не що інше, як рекомендація чергувати культури, висівати попередники, які, будучи заораними, підвищують родючість землі, а отже, дозволять отримувати у майбутньому вищі врожаї. І далі він пише: «Рослини ці, скошені та залишені на місці, покращують землю. Тому люпин поки що стручки на ньому ще маленькі, а іноді й боби... мають звичай заорювати, якщо земля худа». Безумовно, що ці ідеї були відомі ще до Варрона, вони накопичувалися століттями, тисячоліттями і передавалися наступним поколінням, але вдалося узагальнити накопичений матеріал, систематизувати його. Він, учитель грецьких мислителів, шанувальник Аристотеля, що так багато запозичив у Феофраста, привів у систему розрізнені факти та прийоми, пов'язав їх загальними принципами і підвів агрономічну думку до формулювання та обґрунтування сидераційної системи землеробства зі свідомим вибором та зміною культур²⁸.

Відомості про подальший розвиток агрономічної науки і практики дійшли до нас у працях римського поета Вергілія (нар. 78 р. до н. е.), сина селянина, який добре знав сільське господарство. У його поемі «Георгіки», що прославила працю хлібороба, даються поради:

«Так само терпи, щоб рік відпочивало поле під паром, Щоб зміцнилося воно, спокій на дозвіллі смакуючи, Або золоті там цей, – як сонце зміниться, –

²⁷ Катон, Варрон, Колумелла, Пліній. О сільском хозяйстве (под ред. М. И. Бургского). М.-Л.: ОГИЗ Сельхозгиз, 1937. 104 с..

²⁸ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

злаки, Раніше з тремтячим стручком зібравши горох благодатний, Або ж вікі плоди невеликі, або люпинів ламкі стебла і ліс їх гучно дзвінкий, Ниву спалює посів лляний, спалює вівсяний, Також спалює і мак, насичений дрімою летейської, А з проміжками в рік – праця суперечка; аби скупі Грунт вдосталь живити гною жирним, а також Брудну сипати золу поверх виснаженого поля, Так, змінюючи плоди, поля віддаються спокою».

На той час ці поради були дуже значні. Вергілій у своїх порадах щодо поліпшення родючості ґрунтів у узагальненому вигляді формулює (парову гнойову) систему землеробства, а також пропонує широко використовувати бобові під оранку. У першому випадку відновлення родючості ґрунту він покладає на парове поле, після чого можна сіяти злакові культури. В наш час у багатьох країнах ближнього та далекого зарубіжжя з нестачею атмосферних опадів також вводяться парові поля. У другому – рекомендує вводити плідосмін, де замість пару можна обробляти бобові культури: горох, віку та люпин як добрі попередники зернових. У той самий час у поемі згадуються культури, виснажують ґрунт, – льон, овес і мак, після яких необхідно вносити гній і добрива як золи. Зола, як відомо, має у своєму складі макро– та мікроелементи, що позитивно впливають на розвиток рослин. Заслуга Вергілія полягає в тому, що він зумів укласти великий на той час сільськогосподарський досвід у кілька віршованих рядків, які звучать як рекомендації для хлібороба. Він у ніжній поетичній формі закликає землеробів виявляти особливу турботу про землю–годувальницю, попереджає їх про те, що при недбалому ставленні до чергування культур, внесенні добрив, догляду за посівами, обробітку ґрунту засіки будуть порожні. Все це підтверджує те, що вже в ті далекі часи замислювалися про те, як не допустити зниження родючості, як збільшити силу землі.

Надалі Луцій Юній Колумелла у трактаті «Про сільське господарство» вперше докладно досліджує причини зниження родючості та врожаїв хлібних культур. Узагальнивши і збагативши своїми широкими знаннями у сфері практичного землеробства роботи Катона, Варрона, Вергілія та інших., він насправді створює у 50–60–ті роки зв. е. сільськогосподарську науку. Вперше в історії землеробства він висуває ідею про господарювання на основі органічного поєднання польовництва та тваринництва. Колумелла приходиться до висновку, що для підвищення родючості ґрунту необхідні гнойове добриво, а також посіви бобових культур на зелене добриво та гарна обробка землі. Для збільшення виробництва гною він пропонує стійлове утримання худоби. Слід сказати, що цим шляхом на даний час широко йдуть фермери Західної Європи. З кожним роком на стійлове утримання худоби переходить дедалі більше господарств Гродненської, Брестської, Мінської областей Білорусі, Росії та інших країн²⁹.

Надаючи великого значення у відновленні сили ґрунтів добрив, Колумелла вперше «їжу земну» розділив на п'ять категорій: 1) гній; 2) компост; 3) зелене добриво; 4) зола (мінеральне добриво); 5) удобрення «землі землею». Він дає

²⁹ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

високу оцінку зеленому добриву: «Зрізані кущики люпину мають силу найкращого гною... Якщо на поганому ґрунті його розсіяти і заорати біля вересневих ід (середина вересня)... то він виявить властивості найпрекраснішого добрива». І далі він пише, що «якщо в господарстві немає худоби... у такому місці тільки недбайливий господар залишиться без гною». Він мав на увазі застосування зеленого добрива. На його думку, поряд із проведенням великої роботи з накопичення гною необхідно широко застосовувати зелене добриво. Під кущиками люпину, найімовірніше, він мав на увазі багаторічний люпин³⁰.

Колумелла як учений критикує перших осіб римської імперії, які, глибоко не дослідивши причини падіння родючості землі, заявляли про збитковість її обробки та обробітку хлібів. Він пише: «Я чую, як часто у нас перші люди в державі звинувачують то землю в безплідності... то земля, на їхню думку, втомлена та виснажена розкішними врожайми старих часів, не в змозі з колишньою щедрістю доставляти людям їжу. Я впевнений, що ці причини далеко від життя. Нечестиво думати, що природа, яку батько світу наділив вічною родючістю, осягнута, як якоюсь хворобою, безплідням, і розумна людина не повірить, що земля, що отримала долю божественну і вічну юність і називається загальною матір'ю, тому що вона і народжує все, народжуватиме надалі, постаріла, ніби людина». Він вважає, що вся причина в тому, що ми віддаємо землю... як кату на розправу, найнегіднішому з рабів³¹.

На початку нової ери, використовуючи багату спадщину античних авторів, які теоретично обґрунтували роль зеленого добрива в землеробстві та узагальнили величезну практику, що накопичилася за багато тисячоліть до нашої ери, багато вчених–практиків продовжували їхню справу.

Пліній, узагальнюючи відомості, що містяться в сільськогосподарських трактатах Катона, Варрона, Колумелли та інших авторів, пише: «Але всі однаково визнають, що немає нічого кориснішого, як заорати плугом або закрити лопатою посіви люпину раніше, ніж він дасть боби, або накидати в'язки з його до коріння дерев та виноградних лоз». Далі він радить, що там, де немає худоби, можна удобрювати поля соломою чи папороттю. Від соломи та інших культур земля стає більш огрядною, родючою. Надаючи величезне значення культурі люпину, Пліній пише, що поряд з його удобрювальною властивістю можна використовувати посіви люпину для лікування ран дерев саду: «У разі хвороби ...сіяти навколо коріння дерев люпин... Корисна також для плодів поливання водним відваром люпину». Для підвищення врожайності насіння люпину він рекомендує: «Щоб він не обсипався і не вислизав від косців, його слід прибирати негайно після дощу... Найбільше йому підходять місця піщані та сухі і навіть гравісті... від посіву його уточнюються ниви та виноградники, тому сам може замінити найкращий гній. Це єдина рослина, яка не вимагає жодних витрат... Своєю гіркотою він захищає від усіх тварин, але все–таки в більшості випадків його заорюють неглибоко. Для добрива його слід

³⁰ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

³¹ Крупенніков. І.А. Історія ґрунтознавства. М.: Наука, 1981. С. 41-43.

заорювати після появи третьої квітки; на піщаних ґрунтах після другого». Боби Пліній радить сіяти рано, щоб встигали дозріти: «Боби у цвіті вимагають багато води; відцвілі потребують її дуже мало. Ґрунт, на якому посіяні, вони удобрюють не гірше за гній, а тому в Македонії та Фессалії, коли вони зацвітуть, їх заорюють». Ймовірно, після заорювання бобів розміщувалися посіви злакових хлібів – пшениця, ячмінь. Для того, щоб посіви бобів не висушували ґрунт, їх рекомендували заорювати рано, у фазі початку цвітіння.

Слід зазначити, що нині є безліч чудових сортів люпину, як гірких, а й кормового значення. Однак спостереження та рекомендації Плінія та інших античних авторів актуальні і тепер. Це посіви люпину на легких ґрунтах, ранні терміни посіву на насіння, удобрювальний ефект зеленої маси, що запахується, терміни збирання та ін.

Римляни мали багатий досвід вирощування сільськогосподарських культур. Поля відрізнялися добре доглянутими виноградниками, фруктовими садами та ягідниками. У працях Варрона, Колумели та інших авторів наводилися відомості про те, що на початку нової ери врожайність пшениці в Римській імперії становила 15 ц/га (за хлібними заходами у ранньовізантійський період близько 150 великих модій). Однак надалі багато маєтків почали розорятися, а наприкінці V ст. н. е. західна Римська імперія перестала існувати. Європа була поділена між варварами та Візантією. У цей час у столиці візантійців м. Константинополі зосереджується велика кількість великих творінь римлян, серед яких роботи Катона, Варрона, Колумелли, Плінія, Вітрувія та багатьох інших. На основі цих робіт видається Візантійська сільськогосподарська енциклопедія X ст. – «Геопоніки»³². Для того часу це була видатна наукова праця. В енциклопедію увійшло все те, що було накопичено римлянами та візантійцями. Однак в інших державах Європи ця величезна спадщина римлян та візантійців слабо вивчалася, окрім ченців деяких монастирів³³.

«Геопоніки» – перша наукова праця, в якій були описані ґрунти, рослинність, клімат та відомості з астрології. Це єдине джерело тієї пори, що містить повний та систематизований виклад відомостей про сільськогосподарське виробництво у Візантії. У цю вельми об'ємну працю увійшли двадцять книг, що охоплюють питання візантійського землеробства: полеводство, виноградарство, садівництво, городництво, а також тваринництво, бджільництво, рибальство та ін. добрива.

Вже на той час у Візантії була відома і застосовувалася плідна система польництва, що поєднувалася з іншими системами. У «Геопоніках» ми читаємо (книга III, розділ 10): «Якщо в землі знаходиться багато коренів, посій на ній лубин (люпин), скоси його в цвіті, зорь землю, щоб засипати те, що стиснуто, потім посип дрібним гноєм і так залиш. Через 12 днів вдруге зори і посій те, що можна посіяти на цій землі». Тут давалися прямі рекомендації про те, що

³² «Геопоніки» (Византийская с.-х. энциклопедия X века). М.-Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1960. 86 с.

³³ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

люпин слід заорювати у фазі цвітіння та на повну глибину. Є й інші поради, наприклад, після заорювання люпину в травні – червні готувати поле під посів хлібів (мається на увазі посів зернових культур і насамперед пшениці. Це не що інше, як сидеральна пара, після якої висіваються озимі зернові культури)³⁴.

Зелені добрива в землеробстві застосовували з давніх часів. Ще на початку нової ери, використовуючи багату спадщину античних авторів, які теоретично обґрунтували значення зелених добрив у землеробстві і узагальнили величезний практичний досвід, нагромаджений за тисячоліття до нашої ери, багато вчених–практиків продовжували їх справу. Велике поширення зелене добриво мало у Стародавньому Римі та Стародавній Греції, де для цих цілей у той час використовувався в основному люпин білий (*Lupinus albus*). Так, Пліній (79 р. н. е.), узагальнивши відомості із сільськогосподарських трактатів Катона, Барона, Колумели та інших авторів, писав: «Всі погоджуються в тому, що нема нічого кориснішого за люпин, якщо його до утворення бобів загорнути в землю плугом або двозубою мотикою, або пучки люпину, зрізані на поверхні ґрунту, закопати поблизу коренів плодкових дерев чи кущів винограду. Це таке ж добриво, як і гній»^{35 36 37 38}.

Сам метод сидерації далеко не новий. Давньоримський громадський діяч Марк Катон (234 – 149 рік до н.е.) описав спосіб поліпшення бідного ґрунту у винограднику за допомогою посіву бобових культур. Сам термін вперше застосував француз Ville в середині XIX століття. На початку XX століття директор департаменту культури ґрунту компанії Deere (м. Молін, Іллінойс, США) доктор Тейлор видав публікацію на тему сидерації. Публікація називалася: «Сучасні методи підвищення родючості ґрунту». У цьому матеріалі він докладно описав метод сидерації за допомогою бобових культур на «землях, де немає можливості додати гній тварин».

Тлумачення сидерат – покращувач вперше запропонував у 19 ст. німецький вчений Е. Манштус. Заорання спеціальних посівів культур, надземна маса яких частково або повністю заорюється в ґрунт, називають покращуванням або сидерацією, а саму культуру, що закривається, сидератом. По О.О. Кернову сидерація – покращування, як і «зелене добриво», дуже умовні; у першому з них відтінюється роль сонячного променя (sidereus що стосується небесних світил), тоді як у другому роль хлорофільних зелених органів рослин. Ми вважаємо, що під сидерацією слід розуміти оранку не тільки надземної маси, а й кореневої системи культури в орному шарі ґрунту, тобто всієї рослинної маси. Облік надземної маси разом із кореневою системою

³⁴ Візантійська с.-г. енциклопедія X століття. М.-Л.: Вид-во Акад. Наук СРСР, 1960. С. 377

³⁵ Бердніков О.М., Волкогон В.В., Потапенко Л.В. Науковометодичні рекомендації з ефективного використання сидератів у сучасному землеробстві. Чернігів: ЦНТІ, 2012. 25 с.

³⁶ Шувар І.А. Сидерація – невід’ємна складова біологічного землеробства. Агробізнес сьогодні. 2014. №1–2. С. 21-23.

³⁷ Сидерати в сучасному землеробстві: науково-виробниче видання (монографія) / І.А. Шувар та ін. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 156 с.

³⁸ Кант Г. Зеленое удобрение. М. : Колос, 1982. 128 с.

повніше відбиває суть сидерації. Справа в тому, що зеленому добриву відводиться місце в проміжних посівах між обробітком основних культур, і при його заорюванні ґрунт забезпечується, порівняно з зяблевим оранням, додатковою кількістю органічної речовини не тільки за рахунок надземної маси, але й кореневої системи³⁹

Вказується⁴⁰, що Теєр неодноразово вказував на важливе значення культури бобових, як глибоко укорінюються рослин, розпушують ґрунт, поліпшують її фізичні властивості і підсилюють у ній бродіння під впливом затінення своїм широким листям. Лібіх пішов далі і вказав, що бобові рослини завдяки своїй ширшій листовій платівці і рясним листям поглинають більше аміаку з повітря, ніж вузьколисті злаки, і що довге коріння бобових доставляють для майбутніх рослин поживні речовини з глибших шарів ґрунту. Роботи Фелькера в Англії, Жоржа Білля у Франції, Дегерена, Лооза, Джильберта, Дрекслера, Вертело, Вольфа і, нарешті, Гельрігеля, який склав своїми відкриттями епоху в рослинній фізіології та в галузі землеробства, довели здатність метеликових рослин поглинати азот завдяки кореневих бульбах мікроорганізмів (*Bacterium radicicola*).

Таким чином, для сільських господарів з'явилася можливість вести своє господарство, не звертаючись до дорогих азотистих добрив. Призначені для сидерації рослини зазвичай зеленими під час цвітіння; в цей період в них міститься більш, ніж у будь-якій іншій, азотистих речовин, головним чином у вигляді білкових нерозчинних сполук, які, як тільки до них припинився доступ світла, піддаються швидкому розкладанню і переходять в аміди та в аміак, речовини легко розчинні і, у свою чергу, під впливом мікроорганізмів перейти в азотну кислоту. Перестоявши ж рослини, будучи заорані, хоч і розкладаються, але найпростіші азотисті сполуки, що утворюються у них, поглинаються знову мікроорганізмами і перетворюються на білки, які й переходять на аміак, то більш тривалий період, ніж у заораних зеленими, живих ще рослинах. Іноді до заорювання рослини скошували і звалювали в борозни, часто лише коткували. Ґрунт при цьому не повинен бути дуже сухим і глибоким, оскільки відсутність достатньої кількості вологи і доступ світла затримують вищезазначені процеси розкладання.

Термін «сидерація» було запропоновано вперше у ХІХ столітті французьким ученим Ж. Вилем. У вітчизняній агрономічній літературі зелене добриво часто називають сидерацією. Ця назва походить від латинського слова «siderius», що означає зоряний, що відноситься до небесних планет. В цій назві підкреслюється роль сонячного світла в виробництво зеленої маси добрива.

³⁹ Довбань К.І. Сидерати – біологічна основа природоохоронних технологій в інтенсивному землеробстві. Родючість ґрунту та якість продукції при біологізації землеробства. М., 1996. С. 127-137.

⁴⁰ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

Термін «сидерація» широко використовується у працях класиків вітчизняного землеробства – Прянішнікова, Вільямса та інших.

Тимірязев⁴¹, вважаючи термін «сидерація» невдалим, запропонував користуватися лише визначенням «зелене добриво».

Гюнтер Кант⁴² під зеленим добривом розуміє закладення в ґрунт ще невідмерлих зелених, соковитих, частково здеревілих рослин, багатих цукром, крохмалем, білком і азотом, а також корінням рослин, що ще функціонують на час обробки ґрунту. Це принципово відрізняє зелене добрива з інших органічних добрив.

У сучасній літературі обидва терміни – «сидерація» та «зелене добриво» приймаються як синоніми, а культури, що заорюються в ґрунт, називають сидератами⁴³.

Зародження землеробства на території Європи відбулось набагато пізніше – у VII–III тис. до н. е., яке характеризувалось утворенням луків та пасовищ^{44 45}.

На основі перших уявлень про роль ґрунтових умов у живленні рослин здійснювали у той час органічне удобрення⁴⁶.

У Європі зелене добриво почало розповсюджуватися в 16 столітті спочатку в Італії, потім у Франції та Іспанії, а наприкінці 18 століття – у Німеччині та Польщі, де як сидерату використовували в основному люпин⁴⁷.

У VI–VII ст. в Європі знання про землю та способи підвищення її родючості розвивалися слабо, і лише з VIII ст. починається повільне піднесення сільського господарства. У X ст. в Англії освоюють цілинні землі, болота та пустки. У VIII ст. Вальтер Хенлі видає перший англійський агрономічний трактат «Про господарство». Він пропонує ширше використовувати солому на добриво: «Не продавайте солому і не знімайте її з поля... якщо її зніміть, то втратите біль».

Ймовірно, узагальнюючи античну літературу, Вальтер Хенлі запозичив із робіт Плінія та інших античних авторів рекомендації щодо використання соломи на добриво.

У XVI ст. зелене добриво починає поширюватися Європою: з Італії до Франції, потім у Іспанію, а кінці XVIII в. – у Німеччину. Успішне застосування люпину на зелене добриво у Німеччині завдячує працям Шульца в Люпиці (1874–1888 рр.) і Гельригеля, які теоретично і довели важливу роль люпину на зелене добриво у поліпшенні ґрунту і збагаченні його азотом. З Німеччини люпин був завезений до Польщі, де також знайшов широке застосування.

⁴¹ Тимірязев К. А. Сочинения. Т. 3. М. : Сельхозгиз, 1936. 451 с.

⁴² Кант Г. Зеленое удобрение. М. : Колос, 1982. 128 с.

⁴³ Довбан К. И. Коротко о сидератах / Земледелие. № 3. 1996. С. 45–46.

⁴⁴ Андрианов Б.В. Земледелие наших предков. Москва: Наука, 1978. 167 с.

⁴⁵ Орехівський В.Д. Зародження знань про елементи органічного землеробства в Україні. Історія науки і техніки: зб. наук. пр. 2018. Вип. 11. С. 204–213

⁴⁶ Коваленко Н.П. Історичні аспекти становлення та розвитку сівозмін у системах землеробства України (XVIII–XIX ст.). Київ: ФОП Корзун Д. Ю., 2011. 70 с.

⁴⁷ Майсурян Н. А. История культуры люпинаю Люпин. М. : 1974. С. 15–31

Значною мірою впровадження зелених добрив сприяло відкриття в Німеччині покладів калійних солей, що дало змогу культивувати люпин навіть на таких піщаних ґрунтах, де він раніше не зростав. Визначну роль у поширенні цього виду добрив у Німеччині, а також та інших країнах Європи зіграв Шульце–Люпіц⁴⁸, який за допомогою люпиносіяння і фосфорно–калійних добрив перетворив безплідну піщану пустку на родючу, що стала придатною навіть для вирощування пшениці. Завдяки люпиносіянню йому вдалося протягом 15 років (1874–1888 рр.), підвищити врожай картоплі вдвічі (з 95 до 194 ц/га).

Прянишников, який відвідав 1892 року маєток Шульца–Люпіца, писав, що на ділянках, де застосовувалися зелені добрива «добрий стан рослин повчально контрастував з тим піском, який сипався під ногами дорогою, що пролягає між полями». Заслуга Шульца–Люпіца полягала в тому, що він запропонував саме таку форму застосування зеленого добрива, яка відповідала господарським умовам Німеччини того часу. До цього періоду відноситься і розквіт культури люпинів⁴⁹.

Культура багаторічного люпину набула широкого поширення в Німеччині наприкінці 19–го, на початку 20–го століть, де його використовували в основному при залісненні непридатних земель і пустирів. Ділянки, зайняті багаторічним люпином, служили також пасовищем для свійських тварин.

Застосування зеленого добрива нашій країні почалося дещо пізніше, ніж за кордоном. У шістдесятих роках дев'ятнадцятого сторіччя у журналах того часу з'явилися перші статті про культурі люпину та зеленого добрива. У вісімдесятих роках інтерес до зеленого добрива посилюється.

Однак у північній зоні більше уваги приділяється посівам на зелене добриво гречки, вики і лише в у західних районах зацікавилися люпином. Тут вперше серйозно взялися до вивчення зеленого добрива.

За даними численних авторів, у Німеччині широко застосовувались проміжні посіви різних культур, їх близько 50% використовується на зелене добриво. Наприклад, у 1965 р. у ФРН висівали пожнивні та підсівні проміжні культури на площі 690 тис. га, у тому числі на зелене добриво – 179 тис. га; 1968 р. – відповідно 776 та 295 тис. га; у 1970 р. – 1007 та 410 тис. га; в 1972 р – 1085 і 515 тис. га⁵⁰. На зелене добриво заорюють пожнивно: капустяні – озимий та ярий ріпаки, жовту та білу гірчицю, олійну редьку, китайську сурепицю; бобові – вика, конюшина перська, люпини, польовий горох, боби; трави у чистому вигляді – райграс однорічний або багаторічний; суміші: кормові боби + горох + вика яра; вика яра + ріпак озимий; конюшина перська + ріпак озимий; редька олійна + конюшина перська; редька олійна + соняшник + конюшина

⁴⁸ Алексеев Е. К. Зеленые удобрения в Нечерноземной полосе. Москва : Сельхозиздат, 1959. 276 с.

⁴⁹ Гуренев М. Н. Роль люпинового сидерального пара в севооборотах Предуралья. Роль зернобобовых в севооборотах. Орел. 1974. С. 151–160.

⁵⁰ Довбан К. И. Применение зеленых удобрений в интенсивном земледелии. Минск: Ураджай, 1981. 184 с.

перська; райграс однорічний + конюшина перська; райграс багаторічний + райграс однорічний.

Для бурякових сівозмін застосовують швидкоростучі проміжні культури – конюшино–злакові суміші, до складу яких входять перська, олександрійська або інкарнатна конюшини і різні види райграсів. На легких ґрунтах при ранній сівбі (до 5 серпня) успішно використовують люпин синій, при пізніших термінах сівби хороші результати дають китайська редька, біла та жовта гірчиці.

На легких ґрунтах рекомендується заорювати під картоплю лише проміжні сидерати – озимі ріпак, віку, сурепицю, а також конюшину. Пояснюється це тим, що на легких ґрунтах однорічні сидерати, будучи запаханими восени, розкладаються і втрачають в осінньо–зимовий період багато поживних елементів. А зимуючі сидерати заорюються безпосередньо під картоплю, що усуває непродуктивні втрати азоту, калію та інших елементів.

Головна мета обробітку проміжних культур на зелене добриво бачиться у збагаченні ґрунту гумусом та оздоровленні його. Залежно від умов, часу вегетації, гранулометричного складу ґрунту, клімату, особливо кількості опадів, що випадають, технічної оснащеності господарства вибирають ті чи інші сидерати (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Види рослин як проміжна культура на зелене добриво (за Г. Кантом)⁵¹

Злакові	Крестоцветные	Прочие	Бобові	
			кормові	Зерно–бобові
			<i>Культури без глибокого укорінення</i>	
<i>Зернові культури (падалиця зернових, просо)</i>	<i>Однорічні: гірчиця, редька олійна, ярий ріпак, яра суріпиця</i>	<i>Соняшник, мальва, ториця, фацелія</i>	<i>Клевера ползучий, гібридний, пунцовий, персидський, александрійський, люцерна хмелевидна, вика мохната</i>	<i>Соя, горох посівний, горох польовий (пелюшка)</i>
			<i>Культури з глибоким укоріненням</i>	
<i>Кормові злаки Однорічні: райграс вестервольдський, райграс однорічний</i>	<i>Зимуючі Озимий ріпак, озима сріпиця</i>		<i>Конюшина лучна, буркун, люцерна (при дворічному вирощуванні)</i>	<i>Люпини білий, синій, жовтий, кормові боби</i>
<i>Багаторічні: грястиця збірна, тимофіївка, райграси пасовищний, багатоквітковий, ольденбурзький, вівсяниця лучна</i>				

⁵¹ Кант Г. Зеленое удобрение. М. : Колос, 1982. 128 с.

В Італії рекомендують для цієї мети вику, дрібнонасінні бобові та інші культури. У Нідерландах ефективними виявилися конюшини лучна і пасовищна, люцерна хмелеподібна; широко використовують бадилля цукрових буряків та райграс італійський. У Бельгії як сидерати використовують конюшину, люпин, вику, горох, бобові суміші, озимий і ярий ріпак та ін.

У Франції застосовують редис, гірчицю білу, різні суміші з горохом і вікою, редьку китайську, ярий та озимий ріпаки, райграс італійський, конюшина лучна. Андре Гро зелені добрива ділиться на дві категорії. У першу входять сидерати, які висіваються разом з покривною культурою або відразу ж після збирання її і заорюються наприкінці осені (квасоля, вико–горохова суміш, суріпиця, гірчиця, ріпак, райграс італійський, жито та ін). До другої категорії належать сидерати, які заорюються лише наступного року, – еспарцет, буркун. Перевага надається першій групі⁵².

У Румунії практикують люпин, віку, хрестоцвіті та інші культури, в Нідерландах – конюшини, хрестоцвіті та бадилля цукрових буряків.

У Литві, Латвії та Естонії знаходять застосування люпин, буркун, райграс, бобово–злакові суміші та хрестоцвіті культури; в Україні – люпини, буркун, сераделла, райграс, озиме жито, хрестоцвіті, фацелія, вика, пелюшка та різні суміші; у Молдові – люпин, вика, буркун, жито та суміші.

Аналіз показує, що немає такої європейської країни, де б не застосовувалося зелене добриво. З урахуванням місцевих кліматичних, ґрунтових, і навіть економічних умов перевага надається бобовим, злаковим чи хрестоцвітним культурам.

У Бельгії бобові культури на зелене добриво використовують на ґрунтах будь-якого типу. Не рекомендують лише застосовувати хрестоцвіті культури на ґрунтах, де виявлено наявність нематод. Запашку сидератів виробляють у листопаді (на важких ґрунтах) на глибину 20–28 см. При сильному розвитку сидератів їх попередньо подрібнюють⁵³.

У Швейцарії сільськогосподарська консультативна служба земельного союзу (м. Галле) також не рекомендує розміщувати в сівозміні проміжні хрестоцвіті культури на ділянках, де сильне поширення набула коренева галова нематода. Найкращою сидеральною культурою вважається фацелія. Господарське значення її полягає в тому, що вона є гарною медоносною рослиною⁵⁴.

У Німеччині використовують на зелене добриво близько тридцяти різних культур. Серед них: конюшина (червона, біла, гібридна, інкарнатна, перська, олександрійська), люпин, сераделла, вика (озима та посівна), кормові боби, пелюшка, райграс (уельський, німецький, гібридний, однорічний), ріпак (ярий

⁵² Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

⁵³ Roussel F. Les engrais verts — importanse pour la structure des terres a betteraves Bettravier, 1981. 15, 155:10-11.

⁵⁴ Желев Н. Биологичната роля на короеновите отделяния в междувидовите отношения на культурните растения съе синята кутка при естествени условия Ростениевдни науки. Г. XXIV. № 6. 1987.

та озимий), редька олійна, гірчиця, суріпиця (озима та яра), фацелія та інші. Широко застосовують суміші райграсу однорічного та ріпаку (25+2 кг/га), однорічного райграсу та конюшини перської (10+15 кг/га), пелюшки та кормових бобів (80+60 кг/га), ярої вики, пелюшки та ріпаку (40+50+2) кг/га та інших^{55 56 57 58}. В останні роки у Німеччині як зелене добрива використовують бадилля цукрових буряків. При додаванні до бадилля невеликих доз мінерального азоту врожай пшениці зростає на 20–40 %.

У Франції як сидерати застосовують кормова редис, гірчицю білу, різні суміші з горохом і викою, китайську редьку, ярий та озимий ріпак, райграс італійський, конюшину лучну⁵⁹.

У Швейцарії рекомендують як найкращу сидеральну культуру фацелію, господарське значення якої також у тому, що вона є медоносом⁶⁰.

В Англії на зелене добриво використовують кормова редис, гірчицю білу, різні суміші з горохом і викою, китайську редьку, ярий та озимий ріпак, італійський райграс^{61 62 63}.

В останні роки в практиці нашої країни та низки зарубіжних країн (Німеччина, Нідерланди, Чехія, Словаччина та інші країни Західної Європи, а також Азії та Америки) все ширше як зелене добриво використовують проміжні культури⁶⁴.

Як правило, більшість зарубіжних країн використовують на сидерацію проміжні культури. Застосування зеленого добрива у самотійних посівах тут рекомендується на виснажених, віддалених від тваринницьких ферм землях, а також при освоєнні нових та біологічній рекультивації порушених земель.

Сучасні дослідники вважають, що батьківщиною сидерації є держави із давньою землеробською культурою – Китай, Індія, де ще 3000 років тому рослини обробляли як зелені добрива. Проте аналіз літературних джерел показує, що позитивний вплив бобових культур на родючість оброблюваних земель знали як елліни в VIII–VII ст. до зв. е., але й задовго до цього шумери, ассірійці, єгиптяни.

⁵⁵ Buchner W. Umweltschonender Maisanbau durch Dauerbegriening. Mais, 1986 Bd. 14. № 2. P. 31–34

⁵⁶ Debruck J. Fruchtfolge organische Substanzversorgung aus der Sicht des gegenwertigen. Landsbauarbeiten der D. L. G., 1980. P. 45–46.

⁵⁷ Eiern B. Einordnung der organischen Duingung in komplexe Verfahren zur Erholung der Bodenfruchtbarkeit. Feldwirtschaft. 1997. № 8. S. 325–329.

⁵⁸ Slendergerger N. Top / N. Slendergerger. Agrar. 1998. 12. P. 48–50.

⁵⁹ Anon Wie wird die Brache Grun. Lohnunternehmen in Land-Fort-Wirtschaft. 1986. Bd. 43. № 7. P. 350–351

⁶⁰ Slendergerger N. Top / N. Slendergerger. Agrar. 1998. 12. P. 48–50.

⁶¹ Morris R. A., Turos R. E., Diros M. A. Rice responses to start duration green manure. Grain Fiel Agrar J. 1986. № 3. S. 409–412

⁶² Morris R. A. Organik farming Prospekt companded vvieth conceptional faring. Phosphonus in Agr. 1996. S. 36–82

⁶³ Tine W. W., Blevins R. J. Green manuring. Outlok on Agriculture, 1999. Vol. 13. № 1. P. 20–33.

⁶⁴ Pommer G. Zelena kmota do pudz. Uroda. 1982. № 30. S. 276–277.

Зелене добриво – не новий прийом у сільському господарстві. Країни стародавньої землеробської культури – Китай та Індія вважаються батьківщиною зеленого добрива, де вирощування культур на зелене добриво було розпочато близько 3000 років тому. Сприятливі кліматичні умови з великою кількістю тепла і вологи, обробіток культур, що вимагають інтенсивного азотного живлення, та відсутність розвиненого тваринництва, яке могло б покривати у вигляді гною потреба польових культур в азоті – всі ці умови створили тут передумови для зародження та широкого застосування зеленого добрива⁶⁵.

Так відомо, що Китай має давню історію використання зелених добрив для підтримки та підвищення родючості ґрунту. Ще близько 3000 років тому було виявлено, що бур'яни, вирвані та залишені на полі гнити, сприятимуть росту врожаю. Це те, що було записано в той час у Книзі пісень: «Гіркі овочі та спориші гниють, просо мітлиці та просо цвітуть», відоме як звичай «перемінювати бур'яни на гній» на початку та «викопувати злі бур'яни використовуючи їх як добриво» в наступні дні. Приблизно приблизно 2300 років тому було виявлено, що скрізь, де бур'яни гниють у ґрунті, бідні поля перетворюються на хороші, тоді як хороші поля перетворюються на ще більш родючі, що тоді було відомо як практика «угноювати поле та збагачувати його». земля» (цитуються з розділу, що стосується клімату та фенології 12 місяців місячного календаря в Книзі обрядів). Відтоді люди почали використовувати новий спосіб масового використання зеленого добрива шляхом закопування бур'янів і збору листя.

На початку династії Західна Хань, тобто більше 2100 років тому, люди дізналися, як використовувати вільний проміжок парової землі взимку, щоб навмисно викликати ріст бур'янів і перетворити їх на ґрунт для гною під час весняна оранка. Цей метод був повністю описаний у «Книзі Ці Шен» таким чином: «Зачекайте, поки бур'яни виростуть, доки час оранки; орати, коли йде дощ, дозволяти бур'янам змішуватися з ґрунтом і залишати сходи культур, щоб рости, коли бур'яни згниють, таким чином усі поля стали родючими сільськогосподарськими угіддями», відомий як прелюдія до використання культивованих сидеральних культур в історії Китаю.

Приблизно через 600 років, під час правління Західного династії Цзінь, люди вирощували на рисовому полі різновид бур'янів під назвою тіао (китайська ліана), яка, як повідомлялося, чудово впливає на врожайність рису, якщо її використовувати як гній. Нижче наведено цитату зі стародавньої книги Гуанчжі: «Колір «тяо» – жовтувато-зелений, з фіолетовими квітами. Якщо його посадити під посіви рису в 12-му місяці за місячним календарем, він пошириться настільки широко і процвітає, що збагатить поле, а його листя їстівні». Це була найперша культура сидератів, про яку коли-небудь повідомлялося в Китаї.

⁶⁵ Алексеев Е. К. Зеленые удобрения в Нечерноземной полосе. Москва : Сельхозиздат, 1959. 276 с.

Лише приблизно до н. 400 р. вирощування сидеральних культур у Китаї поширилося не по днях, а по годинах. У той час люди використовували та висаджували маш, червону квасолю, звичайний льон тощо як сидерат для польових та городніх культур, і, як наслідок, проводилося дослідження щодо цього. У своїх працях Qi Min Yao Shu (буквально «Сільськогосподарська техніка для збагачення всіх людей»), автор Цзя Сі-сі чітко вказав, що внесення зеленого добрива є «підходом до збагачення полів». За його спостереженнями, ефект мунг від бобів "так само хороший, як від екскрементів шовкопрядів або добре перепрілого гною. І він додав, "якщо боби мунг застосовувати до проса як зелене добриво, урожайність останнього буде збільшена як вище, ніж у три рази". Таким чином, з найдавнішого запису в історії. Крім того, той самий автор у той же час підсумував системи сівозміни, включаючи сидеральні культури, які практикувалися на той час. Наприклад, схема обертання бобів мунг із просом була : «перше посіяти в 5–6–му місяці місячного року, перетворити його в ґрунт в 7–8–му місяці, а просо посадити наступної весни». Використовувався такий шаблон: «посіяти маш після дощу в 6–й місяць, зорати його на полях у 8–му місяці ... і посадити гарбузи в 10–му місяці». усюди, де не було гною, і заоруйте його в ґрунт на 7–му або 8–му місяці» (Jia Si-xie 544). Усі ці моделі мали повне використання вільного часу, скажімо, близько 60 днів, коли не вирощували жодної культури для посадки бобів мунг з метою збагачення ґрунту та поєднання догляду за землею.

У 1949 році, одразу після заснування Китайської Народної Республіки, загальна оброблена площа сидератів становила 1,33 мільйона га, розподілених переважно вздовж долини Янцзи. До 1950–х років, з швидким розширенням старих площ, нові площі, де ніколи раніше не висаджувалися такі культури, широко впроваджувалися для пробного посіву, внаслідок чого вирощування та використання сидеральних культур стали популярна по всій країні, досягаючи загальної площі до 8 мільйонів га в 1966 році та майже 13 мільйонів га в кінці 1970–х років. Можна передбачити, що завдяки широкому використанню практичного досвіду у виробництві та досягнень у наукових дослідженнях у Північному Китаї в найближчі роки все ще буде відбуватися розширення площ посівів сидератів, що дасть повніший доступ до покращення стану ґрунту та екологічного середовища.

Основні види вирощування сиденаційних культур у Китаї та їх організація в системі насадження: Нагірні та водні сидеральні культури До нагірних сидеральних культур належать сесбанія (*Sesbania cannabina* Retz), сонячні коноплі (*Cratalaria juncea* L.) і квасоля мунг (*Phaseolus aureus* Roxb), які використовуються переважно як проміжні культури на пустих землях. влітку або між основними культурами; *Raphanus sativus* L., ріпак (*Brassica campestris* L.), китайський ріпак (*Brassica chinensis* Vat.), *Vicia sativa* L., *Trigonella foenum-graecum* L., які використовуються переважно для посадки ранньою весною або пізньою осінню; молочна вика (*Astragalus sinicus* L., конюшина буркун (*Medicago hispida* Gaevtn.) і вика (*Vicia villosa* Roth), які використовуються в основному як зелене добриво для рисових полів у Південному Китаї; буркун

(*Melilotus* sp.) , що використовується головним чином як високогірні сидеральні культури в Північному Китаї; люцерна (*Medicago sativa* L.), що використовується головним чином у сівозміні із зерновими культурами; чагарникове несправжнє індиго (*Amorpha fruticosa*) в основному використовує пусті та незайняті землі, крім оброблених полів – його листя і стебла використовуються як зелене добриво; шадаванг (*Astragalus adsurgens* Pall) використовується як зелене добриво на бідних ґрунтах для ущільнення піску та захисту схилів, серед інших цілей.

До водних сидеральних культур належать: азолла, яка, вирощувана головним чином на рисових полях у Південному Китаї, швидко поширилася на північ за останні роки та використовується як корм для домашніх тварин на додаток до зеленого добрива; водяний салат (*Pistia stratiotes* L.) і водяний гіацинт (*Eichhornia crassipes* Solms), які вирощують переважно в ставках і використовують як зелене добриво та корм.

Відомо, що у Китаї ще 3000 років тому вирвані бур'яни залишали на полях для гниття, що сприяло підвищенню родючості ґрунту. На початку правління династії Західного хана (більш ніж 2100 років тому) на вільних ділянках землі під паром в зимовий час давали рости бур'янам, а потім загортали їх навесні в ґрунт як добрива. Jiao Bin⁶⁶ наводить витримку з старовинної книги того часу: «Нехай бур'яни ростуть до періоду оранки, оранку необхідно починати, коли йде дощ, нехай бур'яни перемішуються з ґрунтом – ось тоді всі поля стануть родючим ґрунтом, придатним для обробки». У IV ст. н. е. у Китаї почали вирощувати спеціальні культури на зелене добриво. Висівали в основному бобові культури – квасолю золотисту, боби оксамитові та ін. Запахувані культури давали такий же ефект, як і внесення екскрементів тутового шовкопряда або гарного гною, що перепрів. Поля після збирання культури засівали сидератами, що швидко ростуть. Для цього використали квасолю золотисту на зелене добриво. У нашому розумінні це не що інше, як використання проміжних культур як зелене добриво.

Більшість сидератів, що культивуються в Китаї, належить до родини бобових. Внаслідок малої кількості ріллі на душу населення (всього 0,1 га) існує проблема вибору між сидеральними та іншими культурами. Проте зелене добриво як проміжні культури знаходить широке застосування. За даними Jiao Bin⁶⁷, якщо у 1949 р. зелене добриво застосовувалося на площі 1,3 млн га, у 1966 р. – 6 млн га, то вже до кінця 70-х років ХХ ст. – майже 8 млн га. У 1979 р. на зелене добриво запахувалося в середньому по 15 т/га бобових культур на площі 7,8 млн га.

Крім бобових культур у районах вирощування рису широко використовують азоллу. До нагірних сидеральних культур відносяться сесбанія,

⁶⁶ Jiao Bin. Utilization of green manure for raising soil fertility in China. Soil Science. 1983. Vol. 135. № 1. P. 65-69.

⁶⁷ Jiao Bin. Utilization of green manure for raising soil fertility in China. Soil Science. 1983. Vol. 135. № 1. P. 65-69.

кроталарія ситниковідна і квасоля золотиста (застосовуються в основному як проміжні культури), капуста польова, капуста китайська (висіваються головним чином ранньою весною або пізньою осінню), астрагал, люцерна щетинистоволосиста здебільшого як сидерати на зрошуваних рисових полях узимку на півдні країни), буркун (використовується в основному в Північному Китаї), люцерна посівна (підсівається під зернові культури), аморфа чагарникова (застосовується головним чином на порожніх і непрямих землях). До акваторіальних сидеральних культур відносяться азолла, яка, будучи іноккульованою в рисові плантації в Південному Китаї, за останні роки швидко поширилася на північ і використовується як на зелене добриво, так і на корм худобі, а також піст і водяний гіацинт⁶⁸.

Широко використовуються зелені добрива в Індії. Як сидерати використовують сесбанію, просо посівне, гуар, конюшину, кроталарію та інші культури. У цій країні повсюдно застосовується голубиний горох. Він використовується як на зерно, так і зелене добриво. Представлений двома різновидами: архар (*Cajanus cajan* var *bicolor* DC) та Тур (*Cajanus caian* var *flavus* DC). Архар (багатолітні та пізньостиглі кущі) широко застосовується в Бухарі, в Уттар-Прадеші, Західному Бенгалі та Ассамі. Тур є порівняно скоростиглі культурою і обробляється в півострівній частині країни. Голубиний горох сягає висоти зростання від 120 до 300 см.

В Індії він застосовується комплексно: молоді боби – як овочева рослина, зрілі насіння – на зерно, а стебла на зелене добриво⁶⁹.

Канавалія (*Canavalia* DC) – кущова форма. Боби у недозрілому вигляді використовують як овочі, зелену масу заорюють на плантаціях під цукрову тростину, кавові та інші деревні насадження.

Застосовують також гіацинтові боби та інші бобові культури.

Сільськогосподарський університет штату Тамілнад рекомендує на зелене добриво Ленкена (*Leucaena leucosephala*), в сухій речовині її зеленої маси міститься 4,3% азоту. Запашка Ленкони забезпечує найвищий урожай рису⁷⁰.

У Японії на зелене добриво висівають овес, жито, сорго, мамонтову траву, люцерну, гречку, віку та ін. Слід зазначити, що в цій країні велика увага приділяється популяризації зелених добрив по радіо та на телебаченні. Так, починаючи з 1974 р. одночасно з прогнозом погоди по різних регіонах залежно від вологості ґрунту та інших умов називаються терміни підготовки ґрунту, посіву та заорювання культур на зелене добриво. Такий підхід дозволяє уникнути помилок в агротехніці культур, що підробляють, підвищує ефективність впровадження сидератів.

⁶⁸ Jiao Bin. Utilization of green manure for raising soil fertility in China. Soil Science. 1983. Vol. 135. № 1. P. 65-69.

⁶⁹ Тераванесян Д. В. Земледелие Индии. Л.: Колос. Ленинградское отделение, 1978. 168 с.

⁷⁰ Geyaraman S., Purushothaman S. Leucaena as green leaf manure for lowland rice. International Rice researehe newsletter. 1988. Vol. 13, N 5. P. 27.

За узагальненнями⁷¹ у Великобританії з бобових широко використовують як сидерати трилисник, віку та повзучу конюшину, з небобових гірчицю, овес, жито, райграс багаторічний. Люпин вирощують на світлих піщаних лісових ґрунтах. У східних районах Великої Британії жито часто висівають для захисту від водної ерозії. Весною її знищують за допомогою гербіцидів перед посівом наступної культури.

У Нідерландах ефективними для сидерації виявилися такі культури: конюшина лучна, конюшина повзуча, люцерна хмелеподібна. Широко використовують бадилля цукрових буряків, а останніми роками – райграс італійський. У Бельгії висівають на зелене добриво конюшина, люпин, віку, горох, бобові суміші, озимий та ярий ріпак та ін.

У США в міжряддях виноградників, на овочевих плантаціях та в картоплярстві використовують райграс, озиме жито, пшеницю, конюшину, просо.

У Китаї до нагірних сидеральних культур відносяться: сесбаїя, кртолярія ситниковідна і квасоля золотиста, вони застосовуються в основному як проміжні культури. Капусту польову та китайську висівають головним чином ранньою весною або пізно восени; астрагал та люцерна застосовуються в основному як сидерати на зрошуваних рисових полях узимку на півдні Китаю; буркун використовується як нагірна сидеральна культура в Північному Китаї; люцерну посівну підсівають під зернові культури; аморфу чагарникову застосовують головним чином на порожніх і непридатних землях. До екваторіальних сидеральних культур відноситься азолла, яка, будучи інокульованою в рисові плантації в Південному Китаї, за останні роки швидко поширилася на північ і використовується як сидерат і на корм худобі. Пістію та водяний гіацинт вирощують головним чином у ставках і також використовують на зелене добриво та на корм худобі.

В Індії в якості зеленого добрива застосовують крім сесбанії ще просо посівне, гуар, конюшину, кртолярію, голубиний горох, маш, канавалію та ін.

У Японії висівають такі сидеральні культури: овес, жито, сорго, мамонтову траву, люцерну посівну, гречку, озиму віку (волохату).

Аналіз літературних даних показує, що у багатьох країнах застосовують великий набір різних сидератів. Майже скрізь для цього використовуються проміжні культури. І тільки в кліматичних умовах з дефіцитом опадів, а також на виснажених, віддалених від тваринницьких ферм ґрунтах, на ділянках після розкорчування деревної та чагарникової рослинності при освоєнні нових земель та при біологічній рекультивації порушених земель рекомендується застосовувати зелене добриво у самостійних посівах.

На американських континентах широко застосовують зелене добриво під кукурудзу, бавовник, в міжряддях виноградника, на овочевих плантаціях і картоплярстві. Для цих цілей використовують райграс, озиме жито, пшеницю,

⁷¹ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. - Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

конюшини та просо. Ефективно застосовують оранку не лише зеленої маси сидератів, а й мульчі, особливо на ерозійно нестійких ґрунтах.

Мульчування та заорювання сидератів пуерарії фазеолоїдної та проса круп'яного надають позитивний вплив на хімічні та водно-фізичні властивості ґрунту в басейні Амазонки.

На початку ХХ століття директор департаменту культури ґрунту компанії Deere (м. Молін, Іллінойс, США) доктор Тейлор видав публікацію на тему сидерації.

Публікація називалася: «Сучасні методи підвищення родючості ґрунту». У цьому матеріалі він докладно описав метод сидерації за допомогою бобових культур на «землях, де немає можливості додати гній тварин».

І не просто описав, а навіть навів результати своїх багаторічних досліджень у таблиці 1.2.

У польових дослідах 1983–1986 рр., проведених Центром захисту ґрунтів та Департаментом землеробства та рослинництва, добре зарекомендували себе як проміжні культури при безпахатному вирощуванні кукурудзи на супіщаних ґрунтах люцерна, різні види конюшини, лядвинець рогатий.

У дослідях на агрономічному факультеті університету в штаті Кентуккі та на дослідній сільськогосподарській станції в штаті Джорджія підтверджено ефективність як проміжні культури озимих бобових сидератів – конюшини пунцового та підзимового, вікі волохатого, великоквіткового та озимого жита.

Таблиця 1.2.

Результати вивчення сидерації доктором Тейлором

Бобова культура, яка використовувалась в якості сидерату	Збільшення урожаю зернових	
	кг/га	бушелів/акр
Білий люпин	1514	23
Темно-червона конюшина	1011	15

У штаті Вашингтон на зрошуваних землях рекомендують як сидерат використовувати люцерну, віку волохату, буркун білий, горох польовий, сою, озимі зернові культури – жито і пшеницю, а також суданку⁷². Усі сидерати використовують як проміжні культури. Бобові сидерати застосовують в основному під просапні культури – кукурудзу і картопля. Озимі зернові культури використовуються не тільки як зелене добрива, але і як засіб, що забезпечує захист піщаних ґрунтів від вітрової ерозії. Жито рекомендується використовувати лише у чергуванні з просапними культурами. Суданку висівають в основному як покривна культура.

⁷² Morrison K. J. Green manure and cover crops for irrigated land. Extension Bulletin. Pullman, Wash. 1981. P. 1-6. (Washington state Univ College of agricut. Cooperative Extension, 489).

Буркун, підсіяний під пшеницю, часто може досягати висоти покривної культури. І тут пшеницю прибирають роздільним способом. Суданську траву, озимі зернові (жито та пшеницю) рекомендують заорювати під просапні культури навесні. Ці сидерати добре захищають піщані ґрунти від вітрової ерозії.

Одинадцятирічні дослідження показали, що заорювання вікі на зелене добриво під кукурудзу та бавовник еквівалентно щорічному внесенню 100,8–134,4 кг/га мінерального азоту у вигляді (NH_4NO_3). Урожай насіння бавовнику при незмінній його культурі у випадках з вікою був вищим, ніж при внесенні 67,2 і 134,4 кг/га азоту. У міжряддях виноградника, на овочевих плантаціях та в картоплярстві використовують на корм та зелене добриво райграс, озиме жито, пшеницю, конюшину, просо⁷³.

На опіщаних і суглинистих добре дренованих ґрунтах віку волохату, конюшину лучну і жито висівають під покрив кукурудзи. Коли кукурудза наближається до дозрівання, висівають врозкид вищевказані культури із заорюванням їх навесні або як шар, що мульчує. Потім знову висівають кукурудзу за технологією нульової обробки. Вважається, що такий спосіб використання сидератів цілком виправданий⁷⁴.

Використання прямого посіву у поєднанні з озимими сидератами дозволяє обробляти кукурудзу на схилі землях крутістю до 20°С, не побоюючись змиву ґрунту внаслідок водної ерозії⁷⁵.

Багаторічну історію має сидерація і на територіях Росії та Білорусії. У тридцятих роках цього століття почалося випробування зеленого добрива в Новгородській області, на станції польництва Тимірязівської сільськогосподарської академії, на Судогодському дослідному полі у Володимирській області, в Іванівській, Кіровській, Ленінградській та Вологодській областях, у Республіці Комі та Татарії.

Ці питання розглядалися у працях Вільного Економічного Товариства (1866). У 80–х роках ХІХ століття інтерес до зеленого добрива посилюється. У підзолистій зоні приділяють велику увагу посівам на зелене добриво гречки, гірчиці, гороху, вікі, але південно–західні райони були зацікавлені люпинами. Тут уперше розпочинається серйозне вивчення питань зеленого добрива, піонерами якого є проф. П.В. Будрін та проф. С.М. Богданів. Дослідження П.В. Будріна, що захопили великий період часу (з 1881–1905), на дослідченому полі Ново–Олександрійського інституту (нині Пулави, Польща) призвели до дуже високої оцінки зеленого добрива.

⁷³ Chater M., Gasser J. K. R. Effects of green manuring, farmyard manure and straw in the organic matter of soil and of green manuring on available nitrogen. «The Journal of Soil Science», USA, 1970. Vol. 21, № 01: P.127-136.

⁷⁴ Frye W. W., Smith W. G., Williams R. J. Economics of winter cover crops as a source of nitrogen for no-till corn. J. Soil water Conser. V. 1985, 40, 2:246-249.

⁷⁵ Frye W. W., Blevins R. L. Economically sustainable crop production with legume cover crops and conservation tillage. Journal of soil and water conservation. 1989. Williams R. J. Economics of Winter cover crops as a source of nitrogen for no-till corn. S. Soil water Conservation. 1989. Vol. 44, № 1. P. 57-60.

Велику роль в оформленні агрономічних поглядів на зелене добриво відіграли навчальні курси акад. Д.М. Прянишнікова (1965), дослідження його лабораторії та його численні статті з енергійною пропагандою зеленого добрива.

Вивчення зелених добрив у Предураллі було розпочато з 1924 року на Менделєєвському дослідному полі, на ґрунтах важкого механічного складу. Цьому сприяв Прянишников, надіславши сюди насіння багаторічного люпину. На Солікамській дослідній станції вперше досліди з багаторічним люпином були закладені у 1929 році на піщаних ґрунтах. Численні та тривалі досліди показали, що багаторічний люпин як сидерат для умов Північного та Центрального Передуралля має високу удобрювальну цінність⁷⁶.

Визначне місце у розробці теоретичних питань у поширенні та впровадженні культури люпина як сидерату належить Прянишникову. Він писав про це: «І там, де для покращення ґрунтів необхідно збагачення їх органічною речовиною, а гною з тієї чи іншої причини не вистачає, зелене добриво набуває особливо великого значення, у поєднанні з гною та іншими органічними добривами, а також з мінеральними, зелене добриво має стати дуже потужним засобом підняття врожаїв та родючості ґрунтів»⁷⁷. Прянишников визнавав доцільним посів багаторічного люпину на сидеральне добриво не тільки в Європейській частині нашої країни, а й у Сибіру та на Далекому Сході.

Розглядаючи район можливого застосування люпинового добрива та межі визрівання однорічних люпинів, Прянишников звернув увагу те що, що з півночі Росії потрібно шукати на зелене добриво така рослина, яка не була б чутлива до холодів і досить рано розвивалася, щорічно даючи насіння. Він вважав, що такими властивостями володіє багаторічний люпин, «У *L. roturphullus* ми маємо благодатний матеріал для роботи дослідних станцій та подальшого випробування у господарствах; треба думати, що ця рослина і буде тією шуканою формою люпину, якої не вистачає північної смуги, де опідзолені ґрунти так потребують азоту та органічної речовини і де гною завжди не вистачає, а якщо ще й кормове значення цього люпину після селекційної роботи над ним виявилось б значним, він заслужив би назву «люцерни бідних ґрунтів»⁷⁸. Сидерація, в основному за допомогою люпиносіяння, в нашій країні проводилася частіше на легких піщаних та супіщаних, переважно дерново-підзолистих ґрунтах. Цьому присвячені роботи багатьох авторів^{79 80 81 82 83 84 85 86}

⁷⁶ Гуренев М. Н. Научные основы окультуривания пахотного слоя. Труды Пермского СХИ. Пермь, 1980. Т. 139. С. 3–8.

⁷⁷ Майсурян Н. А. История культуры люпина. Люпин. М. : 1974. С. 15–31.

⁷⁸ Майсурян Н. А. История культуры люпина. Люпин. М. : 1974. С. 15–31.

⁷⁹ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

⁸⁰ Алексеев Е. К. Зеленые удобрения в Нечерноземной полосе. Москва : Сельхозиздат, 1959. 276 с.

⁸¹ Барбацкий С. Н. Люпин. М. : Изд-во иностранной литературы, 1959. 179 с.

⁸² Бузмаков В. В., Леонтьев Ф. С. Севообороты с люпином на легких почвах. Земледелие. 1984. С. 13–14

⁸⁷ та інших. На інших типах ґрунтів питання використання зелених добрив, особливо з допомогою люпинів, вивчений недостатньо. Є позитивні результати досліджень на сірих лісових суглинистих ґрунтах в Іркутській області⁸⁸, в Омській^{89 90} повідомляється про підвищення ефективності родючості темно-каштанових ґрунтів при використанні сидератів.

Тривала експлуатація чорноземів за умов недостатньої культури землеробства призвела до погіршення їх фізичних та фізико-хімічних властивостей, внаслідок чого повсюдно відзначається зниження рівня та стійкості продуктивності чорноземів. Деградація чорноземів обумовлена, насамперед, зниженням у яких запасів органічного речовини (живого, негуміфікованого детриту і гумусу). Середньорічні втрати гумусу в типових та вилужених чорноземах Воронежської області за сто років (1881–1980 рр.) становили 0,7–0,9 т/га, а у звичайних – 0,57–0,71 т / га⁹¹.

Дослідження, що проводяться протягом вісімнадцяти років Зезюковим^{92 93} на вилугуваних чорноземах у різних видах чотирирічних сівозмін, показали, що щорічні втрати гумусу з орного шару у випадках без добрив склали 0,69–0,95 т/га, а при внесенні повного мінерального добрива (N₆₀P₆₀K₅₂) – 0,69–1,04 т/га. На звичайних чорноземах НДІВГ ЦЧР ім. В. В. Докучаєва в Воронежській області щорічні втрати гумусу з шару 0–40 см за ротацію чотирирічної сівозміни (чиста пара – озима пшениця – кукурудза на зерно – ячмінь) при внесенні мінеральних добрив (N₆₀P₆₀K₆₀) дорівнювали 1,8 т/га, а при заміні в сівозміні чистої пару гороховим втрати знижувалися до 0,97 т/га⁹⁴. Одна з причин зменшення вмісту гумусу в чорноземах області – недостатнє внесення добрив, і насамперед органічних. Інші причини – посилена мінералізація

⁸³ Бузмаков В. В. Зеленые удобрения. Химизация сельского хозяйства. № 6. 1988. С. 33–37.

⁸⁴ Довбан К. И. Зеленые удобрения – резерв повышения плодородия дерново-подзолистых почв. Актуальные проблемы земледелия. М. : Колос, 1984. С. 227–233.

⁸⁵ Довбан К. И. Сидерация–многофакторный агроприем. Земледелие. № 8. 1986. С. 40–42.

⁸⁶ Юхимчук Ф. Ф. Люпин – важнейшее звено системы земледелия на Полесье Украины. Производство и использование люпина в сельском хозяйстве. Киев. 1969. С. 20–34.

⁸⁷ Юхимчук Ф. Ф. Люпин в земледелии. Киев, 1963. 359 с.

⁸⁸ Шевчук В. Е. Бобовые культуры и почвенное плодородие. Иркутск : Вост. Сибирс. кн. изд, 1979. С. 66–81.

⁸⁹ Кормилицын Р. Ф. Развитие сидерации в Поволжье. Земледелие. № 1. 1999. С. 28–29.

⁹⁰ Кормилицын Р. Ф. Сидеральный пар в орошаемом земледелии Поволжья. Земледелие. № 4. 1995. С. 8–11.

⁹¹ Румянцев Ф. П. Научное обоснование использования зеленого удобрения в севооборотах на серых лесных почвах Волго-Вятского экономического региона : Автореф. дис. докт. с.-х. наук: 06.01.01 / Ф. П. Румянцев. М. 2000. 42 с.

⁹² Зезюков Н. И. Сохранить плодородие черноземов. Земледелие. № 5. 1996. С. 6–8.

⁹³ Заикин В. П. Зеленые удобрения – путь интенсификации земледелия Нижегородской области. Н. Новгород, 1996. 116 с.

⁹⁴ Румянцев Ф. П. Научное обоснование использования зеленого удобрения в севооборотах на серых лесных почвах Волго-Вятского экономического региона : Автореф. дис. докт. с.-х. наук: 06.01.01 / Ф. П. Румянцев. М. 2000. 42 с.

гумусу та ерозія ґрунту. Якщо взяти до уваги, що при внесенні 1 т напівперепрілого гною стандартної вологості новоутворення гумусу досягає 90 кг, а щорічні втрати гумусу з орного шару при цьому – у середньому 0,85 т/га, то підтримки бездефіцитного балансу гумусу лише в орному шарі необхідно щорічно вносити гній близько 10 т/га⁹⁵.

Проте за даними статистичної звітності, за останні 25 років на 1 га сівозмінної площі у Воронежській області вносилося в рік гною не більше 4,1 т і мінеральних добрив 132 кг, а добрива площа не перевищувала відповідно 7 та 86 % посівної. Такі низькі дози внесення органічних добрив пояснюються недоліком одержуваного в господарствах гною. Збільшити надходження у ґрунт органічної речовини допомагає сидерація.

У Нижньому Поволжі середня врожайність озимих хлібів по чистих або кулісних парах за останні роки в дослідних та передових господарствах склала 3,0–3,5 т/га, не нижче 1,2–1,5 т у найпосушливіші роки та до 4, 5–5,0 т/га найбільш зволожені. Тому для отримання гарантованих, високих урожаїв продовольчого зерна тут під чисті пару для озимих хлібів у польових сівозмінах відводиться до 20–25 % площі ріллі. Озимі культури, перевищуючи врожайність по чистих парах у два і більше разів порівняно з обробітком їх за зайнятими парами та непаровими попередниками, але в стільки ж разів збільшують винесення поживних елементів із ґрунту. Тому на неудобреному тлі прискорюється зниження потенційної та ефективної родючості ґрунту. При названій вище врожайності озимих культур із ґрунту щорічно виноситься біля 100–115 кг/га азоту і втрачається від 2,0 до 2,5 т/га гумусу. Ще більші втрати ґрунтового гумусу обумовлені водною та вітровою ерозією. Ґрунтові обстеження показали, що темно-каштанові та каштанові ґрунти у Волгоградській області за останні 20–25 років втратили близько 20% гумусу⁹⁶. У ОПХ «Камишинське» Нижньоволзького НДІСГ в підзоні каштанових ґрунтів внесення в чисту пару під озиме жито гною 36 т/га підвищило врожай зерна на 0,31 т/га та вміст гумусу у ґрунті на 0,27 %.

Однак сільське господарство у посушливих регіонах на відміну від більш зволених регіонів країни має дуже обмежені запаси органічних добрив. У сухому степу відсутні поклади торфу та інших органічних матеріалів для приготування компостів. Є лише незначні накопичення сапропелю в озерах. Вони можуть бути раціонально використані на добриво лише на місці. Тому основним джерелом збагачення органікою ґрунтів сухого степу може служити обробіток у польових сівозмінах багаторічних трав та сидератів. Посіви багаторічних трав у польових сівозмінах поширення не набули. За їхнім пластом та по їх обороту розміщується малопродуктивна в посушливих умовах яра пшениця. В результаті скорочується вихід зерна з одиниці площі ріллі і

⁹⁵ . Ковда В. А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана. М. : Наука, 1981. 182 с.

⁹⁶ Гаврилов А. М. Повышение продуктивности промежуточных культур. М. : Россельхозиздат, 1985. 190 с.

падає рентабельність виробництва. У зв'язку з цим доцільніше обробіток сидератів під продуктивніші озимі культури.

Найбільшій увазі серед сидератів в умовах сухого степу заслуговує жовтий буркун, особливо дворічний. Він розвиває потужну кореневу систему і серед бобових культур відрізняється самою високою посухо- та морозостійкістю. За сприятливих умов він здатний накопичувати у ґрунті азоту до 150 кг/га, що еквівалентно 30 т гною на 1 га. При використанні буркуну як сидерату в паровій ланці зелену масу його слід закладати в ґрунт під основний обробіток чорного пару, як це практикується при осінньому внесенні гною. В такому випадку не порушується нормальний водний режим у пару. Створюються сприятливі умови в орному шарі для посилення розвитку мікробіологічних процесів, для сприятливого зростання озимих культур.

Вивчення сидерації у Нижегородській області проводилося в різних ґрунтово-кліматичних умовах з 1925 року, на супіщаних ґрунтах західної частини Правобережжя (Олексіївське дослідне поле в Богородському районі). На темно-сірих лісостепових ґрунтах південної частини Правобережжя (Симбіліївська дослідна станція в ДалекоКостянтинівському районі), на світло-сірих лісових ґрунтах (Федяківська науково-дослідна станція польництва в Кстівському районі), на дерново-підзолистих ґрунтах Лівобережжя на Семенівському опорному пункті⁹⁷.

Найбільш ґрунтовну розробку питань застосування зеленого добрива на сірих лісових ґрунтах дають досліді⁹⁸ на Горьківській обласній дослідній станції у центральній частині Правобережжя. Дорожнов зробив висновок, що багаторічний люпин – дуже вимоглива культура до родючості ґрунту та на бідних слабокультурених ґрунтах дає невелику зелену масу і сильно зріджується на другий рік життя, іноді до повного зникнення, і що перевага багаторічного люпину «виявляє тільки на добре окультурених ґрунтах, що удобрюються гноєм». Ґрунтуючись на тих нечисленних даних з використання багаторічного люпину на сірих суглинистих ґрунтах у різних регіонах країни, можна з цими висновками не погодитись, як недостатньо обґрунтованими.

Тривалі досвіди з 1969 по 1988 роки щодо окультурення дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів провели Нарцисів, Рібакова, Шапошников^{99 100}
^{101 102 103 104} на дослідному полі Нижегородського сільськогосподарського

⁹⁷ Румянцев Ф. П. Научное обоснование использования зеленого удобрения в севооборотах на серых лесных почвах Волго-Вятского экономического региона : Автореф. дис. докт. с.-х. наук: 06.01.01 / Ф. П. Румянцев. М. 2000. 42 с

⁹⁸ Заикин В. П. Научные основы совершенствования специализированных полевых севооборотов на серых лесных почвах Волго-Вятского региона Нечерноземной зоны РСФСР / В. П. Заикин. Автореф. дисс. на соиск. ученой степени докт. с.-х. наук. Москва, 1991. 49 с.

⁹⁹ Нарцисов В.П. Агротехнические рекомендации. Горький, 1969. 416 с.

¹⁰⁰ Нарцисов В.П. Научные основы систем земледелия. Изд, второе, перераб. и дополн. М. : Колос, 1982. 328 с.

¹⁰¹ Нарцисов В.П. Теоретические основы земледелия в Нечерноземье. Земледелие. 1983. № 1. С. 18–20.

інституту у радгоспі «Останкінський» Борського району. Використовуючи рекомендації вчених щодо використання багаторічного люпину на зелене добриво, багато господарств Семенівського, Ковернінського та Борського районів за короткий період збільшили врожайність зернових з 0,4–0,5 т/га до 1,6–1,7 т/га.

Незважаючи на високу ефективність зеленого добрива у підвищенні родючості ґрунту, сидерація широкого поширення, як у Нечорноземній області, так і в цілому по країні досі не отримала. За розрахунками Є.Г. Міхеєва¹⁰⁵, в Нечорноземну смугу сидерати можуть займати близько 2 млн гектарів. Проте в даний час¹⁰⁶ вона складає близько 30 тис. га. У Нижегородській області площа, зайнята багаторічним люпином, становила близько 600 га у Лівобережжі та близько 100 га у Правобережжі. Багаторічний люпин може знайти широке застосування у північних районах Нечорноземної зони, оскільки насіння його можна отримати навіть у Вологодській області та Республіці Комі.

Якщо в Білорусії визнано більш ефективним обробіток багаторічного люпину як проміжної культури, то в деяких північних областях практикують його в основному як самостійний посів у сидеральних парах або використовують у вигляді укосної маси, вирощеної в вивідному клину, для добрива найближчих полів¹⁰⁷. У Центральних районах Лісостепової зони на сидеральні цілі найбільш ефективний у парах буркун жовтий, у проміжних посівах найкращі сидеральні культури редька олійна та ріпак. Поукісні посіви тут найкраще вдаються після збирання озимого жита на зелений корм при посіві не пізніше 1–15 липня. Пожнивні сидерати практикуються після зернових культур, що рано убираються, при посіві до 10 серпня¹⁰⁸.

Кліматичні умови нашої країни дають змогу широко застосовувати зелене добриво. Залежно від кількості тепла, опадів, умов місцевості, гранулометричного складу ґрунту, наявності добрив та насіння можна висівати наступні сидерати:

¹⁰² Нарцисов В.П. Окультуривание серых лесных почв. Земледелие. 1983. № 3. С. 58–64

¹⁰³ Нарцисов В.П., Заикин В.П. Биологическая система земледелия. Сельское хозяйство за рубежом. 1984. № 4. С. 2–5.

¹⁰⁴ Рыбакова Н. Д. Изменение агрохимических показателей плодородия песчаной почвы в сидеральном севообороте. Севообороты и обработка почвы в интенсивном земледелии. Горький, 1986. С. 25–27.

¹⁰⁵ Румянцев Ф. П. Научное обоснование использования зеленого удобрения в севооборотах на серых лесных почвах Волго-Вятского экономического региона : Автореф. дис. докт. с.-х. наук: 06.01.01 / Ф. П. Румянцев. М. 2000. 42 с.

¹⁰⁶ Лисина А. Ю. Влияние сидерации на плодородие светло-серых лесных почв и урожайность озимых зерновых в Волго-Вятском регионе : Автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / А. Ю. Лисина. Немчиновка. 2007. 20 с.

¹⁰⁷ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

¹⁰⁸ Шакиров Р. С. Сидераты и солома – дополнительные источники почвенной органики. Земледелие. № 4. 1999. С. 38–39.

бобові – люпин багаторічний та однорічний, сераделлу, буркун білий та жовтий, вику озиму /волохату/ і яру (посівну), пелюшку, астрагал, маш, чину, пажитник, люцерну, конюшини, сочевицю, шабдар, берсим, еспарцет, сою;

злакові – озиме жито, райграс, житняк, суданську траву;

капустяні – ріпак озимий та ярий, суріпиця озима та яра, редька олійна, гірчиця біла, перко;

різні бобово–злакові та інші суміші.

Нині у Нечорноземній зоні широко пропагується високоврожайна, цінна кормова культура, має високий коефіцієнт розмноження – амарант. Ця ж культура може знайти і інше застосування – як сидерат^{109 110}.

Як сидерати можна використовувати й інші культури: буркун білий однорічний – невибагливий до ґрунтів, має високу посухо і сонцестійкість і імунність до шкідників і хвороб; ціамопсис (гуар) – однорічна бобова тропічна рослина, стійка до високих літніх температур; еспарцет піщаний – високозимостійкий, посухостійкий, стійкий до шкідників та хвороб та низка інших культур.

Особливий інтерес викликають культури родини капустяних, як найбільш придатні для вирощування в умовах нашої країни та за кордоном, особливо в проміжних посівах. Вони найбільше відповідають основним вимогам, що пред'являються до проміжних культур, завдяки холодостійкості, короткому вегетаційному періоду, здатності інтенсивно нарощувати зелену масу, багату на протеїн, порівняно низькі витрати на їх обробіток, високий коефіцієнт розмноження насіння.

Все це дозволяє вирощувати їх у поукісних та пожнивних посівах у різних регіонах¹¹¹.

Проведено великі дослідження^{112 113 114 115 116 117 118 119} щодо вирощування на сидерати в проміжних посівах білої гірчиці. Є низка наукових праць, у яких

¹⁰⁹ Новиков М. Н. Исследование вопросов эффективного использования различных видов и форм органических удобрений / М. Н. Новиков. Автореф. на соиск. уч. степени д. с.-х. н.: Владимир. 1993. 454 с

¹¹⁰ Тужилин В. М. Донник на сидерат в Нечерноземье. Земледелие. 1995. № 2. С. 8–9.

¹¹¹ Шапкина Г. С. Подбор культур для промежуточных посевов. Земледелие. № 10. 1990. С. 36–37.

¹¹² Воробьев С. А. Севообороты интенсивного земледелия. М. : Колос, 1979. 368 с.

¹¹³ Лошаков В. Г., Эльмер Франк. Изменение некоторых показателей плодородия дерновоподзолистой почвы в специализированных севооборотах и при бессменном возделывании зернофуражных культур. Изд. ТСХА, 1995. Вып. 1. С. 71–79.

¹¹⁴ Лошаков В. Г. Промежуточные культуры и севообороты Нечерноземной зоны. М. : Россельхозиздат, 1980. 133 с.

¹¹⁵ Лошаков В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. М. : Россельхозиздат, 1982. 131 с.

¹¹⁶ Лошаков В. Г. Промежуточные культуры – фактор екологічно чистого земледелия. Аграрная наука, М. : 1994. № 6. С. 24–26.

¹¹⁷ Лошаков В. Г., Иванов Ю. Д., Синих Ю. Н. Продуктивность зерновых севооборотов при использовании зеленого удобрения. Изд. ТСХА. 1997. вып. 3. С. 3–20.

крім гірчиці білої для проміжних посівів рекомендуються й інші хрестоцвіті культури^{120 121 122 123}.

Н.І. Картамишев¹²⁴ рекомендує найбільш ефективні та доступні поукісні (кукурудза на зелений корм після збирання однорічних трав) та проміжні підсівні культури (багаторічні трави, багаторічний люпин та озиму вику).

З усіх хрестоцвітих культур найбільше поширення для використання в проміжних посівах отримали озимий та ярий ріпак, озима та яра суріпиця, редька олійна, гірчиця біла і інші. Використання їх дозволило розширити посіви проміжних культур навіть у регіонах, що характеризуються нестачею тепла, там, де погано ростуть теплолюбні культури.

Однак у географічному плані цілеспрямована робота з добору сидеральних культур, які задовольняють зональним умовам технологій їх вирощування та багатопланового використання продукції, ще не проводилася. Проте є узагальнення розрізнених досліджень, які дозволяють орієнтовно вибирати потрібні сидеральні культури. Так, у монографії К.І. Довбана¹²⁵ «Зелені добрива» вперше дано аналіз щодо розміщення сидератів у природних зонах країни.

В умовах Нечорноземної зони як зелене добриво можна використовувати проміжні культури і є умови для розширення площі цих посівів. Лошаков^{126 127} повідомляє, що після раннього збирання культур (кінець липня – початок серпня) до закінчення вегетації випадає 150 і більше мм опадів при сумі середньодобових температур від 800 до 1000 °С. Така кількість агрокліматичних ресурсів цілком достатньо для отримання задовільних урожаїв пожнивних та підсівних проміжних культур. Він рекомендує на корм та зелене добриво культури з коротким вегетаційним періодом: гірчицю білу, ріпак озимий, суріпицю, редьку олійну.

¹¹⁸ Лошаков В. Г. Система севооборотов – основа екологічески чистого агроландшафта. Доклады ТСХА, вып. 270. 1999. С. 237–247.

¹¹⁹ Лошаков В. Г., Николаев В. А. Влияние длительного применения пожнивного зеленого удобрения на агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы. Изд. ТСХА. 1999. вып. 2. С. 29–40

¹²⁰ Румянцев Ф. П. Научное обоснование использования зеленого удобрения в севооборотах на серых лесных почвах Волго-Вятского экономического региона : Автореф. дис. докт. с.-х. наук: 06.01.01 / Ф. П. Румянцев. М. 2000. 42 с.

¹²¹ Новиков М. Н. Исследование вопросов эффективного использования различных видов и форм органических удобрений / М. Н. Новиков. Автореф. на соиск. уч. степени д. с.-х. н.: Владимир. 1993. 454 с.

¹²² Тужилин В. М. Донник на сидерат в Нечерноземье. Земледелие. 1995. № 2. С. 8–9.

¹²³ Казанцев В. П. Использование капустных культур на зеленое удобрение в Сибири. Земледелие. № 4. 1998. С. 22–23.

¹²⁴ Картамышев Н. И. Стратегия и тактика земледелия в условиях рыночных отношений. Земледелие. № 4. 1999. С. 10–13.

¹²⁵ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

¹²⁶ Лошаков В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. М. : Россельхозиздат, 1982. 131 с.

¹²⁷ Лошаков В. Г. Влияние зеленого удобрения на урожайность и технологические свойства зерна озимой пшеницы и ячменя. Зерновые культуры. 1999. Вып. 2. С. 20–24.

В умовах Білорусії можна успішно вирощувати люпин вузьколистий, пелюшку, вику яру та озиму, багаторічний люпин, ріпак озимий, гірчицю білу, фацелію, редьку олійну як проміжні культури, як на корм, так і на зелене добриво^{128 129}.

Кауричев¹³⁰ показує, що для підтримки бездефіцитного балансу гумусу необхідно щорічно вносити близько 10 т на гектар органічних добрив і довести частку проміжних культур у сівозміні Нечорноземної зони до 20%, одночасно відмовитися повністю від чистого пару.

Дослідами Наумкіна¹³¹ встановлено, що з поукісних та пожнивних культур перевагу слід віддавати ріпаку ярому, гірчиці білої, редьці олійної, з озимих – жита та суріпиці, з підсівних – конюшині лугової та віку озимої. З родини капустяних у пожнивних посівах особливої уваги заслуговує гірчиця біла та редька олійна, у яких через 45–50 днів після сходів врожайність зеленої маси досягає 10–15 т/га. До того ж вони добре переносять осінні заморозки.

У серії дослідів вчених¹³² при використанні на корм пожнивних посівів гірчиці білої, ріпаку озимого, редьки олійної на дерново-підзолистих суглинних ґрунтах залишалося в середньому на 1 га від 1,46 до 1,97 т, на супіщаних ґрунтах – від 1,29 до 1,75 т абсолютно сухої маси рослинних решток або 30–44% від загальної кількості синтезованої органічної речовини. На тих же ґрунтах озиме жито як кормова проміжна культура залишала у ґрунті 4,3–4,4 т/га абсолютно сухих кореневих та поукісних залишків. При насиченні плодозмінної сівозміни кормовими пожнивними та озимими проміжними культурами до 50 % площі ріллі надходження рослинних решток у ґрунт у середньому за ротацію збільшилося на 47 %, а з ними збільшилося середньорічне надходження у ґрунт органічного вуглецю на 39%.

Перспективною сидеральною культурою є буркун, який добре переносить посів підпокровний і стійкий до випасу худоби. Він відрізняється високою зимостійкістю і добре переносить нестачу вологи у ґрунті.

У дослідях Всеросійського науково-дослідного, конструкторського та проектно-технологічного інституту органічних добрив і торфу¹³³ буркун за 65 днів вегетації в 1993 році в умовах достатнього зволоження області сформував урожай зеленої маси 24,5 т/га. На відміну від люпину буркун має високий коефіцієнт розмноження: насінням, зібраним з одного гектара, можна засіяти

¹²⁸ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

¹²⁹ Довбан К. И. Коротко о сидератах. Земледелие. № 3. 1996. С. 45–46.

¹³⁰ Кауричев И. С., Лыков А. М. Проблема гумуса пахотных почв при интенсификации земледелия. Почвоведение. № 12. 1979. С. 5–14

¹³¹ Наумкина Л. А. Агроэкологические основы возделывания кормовых культур на серых лесных почвах Юго-Западной части Нечерноземной зоны Российской Федерации : Автореф. дис... докт. с.-х. наук: 06.01.01, 06.01.09 / Л. А. Наумкина. Немчиновка. Московская обл. 1997. 48 с.

¹³² Лошаков В. Г. Севооборот и биологическое окультуривание дерново-подзолистых почв. Сб. Окультуривание почв : научные основы, опыт и направления. М. : Агропромиздат, 1991. С. 9–15

¹³³ Тужилин В. М. Донник на сидерат в Нечерноземье. Земледелие. 1995. № 2. С. 8–9.

50–60 га. Вирощують два види буркуну: білий та жовтий; на легких ґрунтах обидва види добре ростуть та розвиваються. Буркун можна висівати в чистому вигляді або підсівати під озимі та ярі зернові культури. При вирощуванні його в сидеральну пару вже в перший рік вегетації можна одержати досить високий урожай зеленої маси. Рівень продуктивності значною мірою визначається метеорологічними умовами вегетаційного періоду.

Буркун, вирощений у самотійних посівах, у перший рік життя можна заорювати як сидерату під озимими культурами. Однак таке використання зеленої маси економічно не завжди є доцільним. Ефективніше в перший рік життя його використовувати на кормові цілі, а заорювати наступного року у фазу цвітіння, коли сформується вищий урожай біомаси. Але найбільшої уваги буркун заслуговує як підсівна культура, тому що він добре переносить затінення і не має негативного впливу на урожайність покривної культури. Ячмінь з підсівом буркуну давав зерна по 3,84 т/га, а в чистих посівах – 3,95 т. Кращими покривними культурами для буркуну є однорічні трави та ранні ярі зернові культури. Оскільки продуктивність його залежить від тривалості пожнивного періоду та кількості тепла і опадів, що надійшло в цей час, збирання покривної культури необхідно проводити в можливо ранні терміни. Залежно від цього фактора врожай зеленої маси буркуну коливається від 5 до 20 т/га. Порівняно з люпином та іншими бобовими навесні буркун відростає швидше. Це дозволяє використовувати його як сидеральне добриво під просапні культури пізнього посіву.

Збагачуючи ґрунт органічною речовиною, елементами мінерального живлення та, в першу чергу, азотом, буркун позитивно впливає на продуктивність сільськогосподарських культур. Так, озиме жито по буркуновому сидеральному пару дало врожай зерна 5,2 т/га, а по чистому пару – 4,15 т/га. Більш сприятливі кліматичні умови країн Західної Європи дозволяють широко застосовувати проміжні культури як на корм, так і на зелене добриво.

При обробітку сидератів обробіток ґрунту має свої особливості. Як зазначає Кузнецов¹³⁴, обробіток ґрунту має проводитися в дуже стислі терміни, причому в умовах із достатнім зволоженням. Найкращим обробітком, на думку автора, під сидерат є оранка на 18–20 см.

Перевага оранки перед безвідвальним обробітком порівняно з поверхневим під проміжні сидерати зазначено в дослідженнях Лошакова¹³⁵ на дерново-підзолистих ґрунтах. Однак незначний вплив різних способів обробітку ґрунту на врожай пожнивних хрестоцвітих культур зазначено в дослідженнях Довбана¹³⁶ на легких ґрунтах Білорусії. Важливим фактором, що впливає на

¹³⁴ Кузнецов А. И., Семенов Ю. Г. Применение соломы и пожнивных посевов зернобобовых культур в качестве сидератов при возделывании яровой пшеницы и картофеля. Материалы межрег. науч.-практ. конф. Чебоксары. ЧГСХА, 2000. С. 106–108.

¹³⁵ Лошаков В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. М. : Россельхозиздат, 1982. 131 с

¹³⁶ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

ефективність використання сидеральних культур, є способи заробки сидератів у ґрунт. Новиков¹³⁷ вважає, що внесення зелених добрив у ґрунт і закладення їх у зону розташування насіння – небажаний агротехнічний прийом, оскільки близькість добрив, особливо свіжих, до насіння негативно впливає на їхню схожість і тим самим знижує можливий урожай.

Значний науковий доробок щодо ефективності сидерації за тривалий період було зроблено на території Білорусії. На її території зелене добриво почало поширюватись на початку ХХ ст. Велику роботу з вивчення та впровадження люпинів на зелене добриво було проведено на Горецькій сільськогосподарській дослідній станції (Могилівська область, 1921 р.), Турській дослідній станції (Гомельська область, 1923 р.), Білоруській станції польництва, нині експериментальній базі «За-зер'я» (Мінська область, 1924 р.), дослідної станції на «мокрих пісках» у Скри-галові (Гомельська область, 1926–1934 рр.), у Білоруському науково-дослідному інституті сільського та лісового господарства з великою кількістю дослідних полів поблизу Мінська (1927) р)¹³⁸.

Відповідно до згрупованих даних К.И. Довбана¹³⁹ надалі робота проводилася в Інституті соціалістичного сільського господарства Академії наук БРСР, створеному у 1939 р. У 1954 р. в інституті було організовано відділ люпинів та сидерації, в якому велася активна робота з селекції та окультурення легких ґрунтів із застосуванням зеленого добрива.

У повоєнний період (1945–1950 рр.) зелене добриво широко застосовувалося полях багатьох колгоспів і радгоспів. Висівали головним чином однорічний гіркий (вузьколистий та жовтий) люпин у сидеральних парах, що передують озимому житю. Посіви люпину в сидеральних парах надали значну допомогу у відновленні родючості ґрунту, зруйнованого війною. Сидеральна пара порівняно з чистим невдобреним підвищувала врожай зерна озимого жита на 5–10 ц/га. З урахуванням післядії збільшення врожаю були ще вищими, а іноді подвоювалися.

У БелНДІземлеробства було створено відділ люпинів та сидерації. Почалися дослідження не лише з жовтим та вузьколистим синім, а й із багаторічним люпином на зелене добриво.

Вивчення багаторічного люпину як сидерату було розпочато ще 1945 р., а вже 1949 р. у колишній Бобруйській області посіви багаторічного люпину досягли 150 га. Однак широкого поширення багаторічний люпин не набув з тієї причини, що агротехніка його обробітку на зелене добриво була недостатньо розроблена і він сильно засмічував поля.

Науково-дослідна робота з агротехніки багаторічного люпину розпочалася лише з 1950 р. на експериментальній базі «Борівляни» Інституту

¹³⁷ Новиков М. Н. Исследование вопросов эффективного использования различных видов и форм органических удобрений / М. Н. Новиков. Автореф. на соиск. уч. степени д. с.-х. н.: Владимир. 1993. 454 с.

¹³⁸ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

¹³⁹ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

соціалістичного сільського господарства Академії наук БРСР. Тут багаторічний люпин вивчали на дерново–підзолистому супіску, що підстилає піском у системі 8–пільної сівозміни. Підсівали його до вівса, що займає останнє поле сівозміни. Як показали результати, запаханий люпин у поєднанні з фосфорно–калійними добривами по дії на врожай озимого жита та багаторічних трав, що йдуть за озимим житом, не поступався 20 т/га гною.

Незважаючи на велику удобрювальну цінність, багаторічний люпин у нашій республіці широкого поширення не набув. При підсіванні багаторічного люпину навесні під овес сходи та розвиток його були успішними лише за наявності сприятливих погодних умов. Необхідно було шукати нові, ефективніші способи обробітку сидерату.

До цього часу накопичувалися позитивні результати застосування однорічних люпинів в сидеральних парах.

Дані наукових досліджень щодо благотворного впливу зеленого добрива на врожай та родючість ґрунту стимулювали розширення посівів однорічного гіркового люпину на зелене добриво. Вже 1950 р. сидеральні гіркі люпини висівали у Білорусі площі 222,3 тис. га, 1955 р. – 238,8 тис. га. Проте з 1958 р. сидеральні посіви гіркового люпину різко скоротилися. Так, 1959 р. його висівали на площі 118,9 тис. га, 1962 р. – 96,7, а 1970 р. – 12,4 тис. га. Це сталося тому, що на зміну гіркому прийшов кормовий люпин, посіви якого швидко розширювалися. Висока ефективність зайнятих люпинових пар порівняно з сидеральними була підтверджена дослідженнями, проведеними у Білорусі, Литві, Україні та інших республіках. Таке явище слід вважати прогресивним, оскільки з інтенсифікацією землеробства сидеральні пару цілком закономірно поступилися місцем зайнятим.

Проте інтерес до багаторічного люпину як сидерату зберігався. Цього разу ініціатором застосування сидерату були не науково–дослідні установи, а самі господарства.

Практика показала, що багаторічний люпин можна сіяти взимку снігом. Зимові сівби багаторічного люпину мала перевагу перед весняним, тому що насіння його не потребувало скарифікації. Під дією різних температур і вологості шкірка твердокам'яного насіння робилася водонепроникною і вони навесні ставали схожими.

У Білоруському науково–дослідному інституті землеробства (БелНІІЗ) з 1964 р. почалися дослідження з розробки нової технології використання багаторічного люпину на зелене добриво над сидеральних парах, а ролі проміжної культури, яка займає самотійного поля. Наукові дослідження з цієї теми були успішно проведені автором цієї книги із захистом кандидатської, а потім і докторської дисертації. В результаті було вперше рекомендовано нову технологію використання багаторічного люпину на зелене добриво як проміжну культуру.

За цією технологією багаторічний люпин висівається по сходах озимого жита пізньої осені або скарифікованим насінням ранньою весною дисковою сівалкою поперек рядків озимого жита. Норма висіву – 60–70 кг насіння 100%

господарської придатності на 1 га. Після збирання покривної культури (озимого жита) люпин, активно використовуючи приплив сонячної енергії та атмосферні опади, зростає до пізньої осені, нарощуючи залежно від умов 10–20 т/га зеленої маси. Взимку надземна маса сидерату є чудовим засобом снігозатримання. Навесні він рано відростає і нарощує ще 15–25 т/га зеленої маси та 10–15 т/га коренів у орному шарі. Усього запахується близько 35–60 т/га рослинної маси сидерату. Запашка проводиться під картоплю у фазі повного стеблуння – початку бутонізації, під гречку, просо та силосні – у фазі бутонізації – початку цвітіння, під однорічні трави (попередники озимих) – у фазі цвітіння¹⁴⁰.

Таким чином, багаторічний люпин, не займаючи спеціальної площі, знайшов своє місце у ланці сівозміни: 1) озиме жито; 2) картопля, гречка, силосні чи однорічні трави (попередник озимих); 3) ярі зернові (ячмінь, пшениця, тритикале та ін.). За запаханим багаторічним люпином обробляють картопля ранньостиглих і середньостиглих сортів.

У деякі роки заорювання багаторічного люпину проводиться з 25 травня до 1–5 червня. У таких випадках замість картоплі висіваються однорічні бобозлакові трави на корм худобі як попередник озимих зернових. Доцільно після збирання однорічних трав висівати повторно олійну редьку на корм, а на ґрунті слабкої родючості – на зелене добриво із заоранням у жовтні. Ранньою весною наступного року по запаханій олійній редьці розміщують перспективні сорти картоплі, кукурудзи та інших ярих культур.

Таке розміщення сидерату дозволяє більш інтенсивно використовувати землю в системі сівозміни, покращуючи родючість та підвищуючи врожай сільськогосподарських культур.

У березні 1979 р. Міністерством сільського господарства БРСР було затверджено рекомендації щодо широкого впровадження проміжних культур на зелене добриво. У цьому ж році в Постанові РМ БРСР «Про основні напрямки в меліоративному будівництві та використанні меліорованих земель у республіці» вказувалося: «Легкі мінеральні ґрунти використовувати як ріллю за умови підвищення їх родючості шляхом сидерації та одночасного застосування хімічних засобів». І далі: «Широко використовувати сидерацію ґрунтів із застосуванням однорічних, багаторічних люпинів та інших культур і, насамперед, на ділянках із незначним вмістом гумусу» («Сільська газета», 1979, 5 червня).

У листопаді 1983 р. науково–технічною радою Мінсільгосппроду прийнято постанову, в якій, зокрема, зазначено: «Схвалити технологію корінного поліпшення суходолових лук із застосуванням багаторічного люпину як проміжну культуру на зелене добриво, розроблену Довбаном К.І.¹⁴¹, та рекомендувати колгоспам та радгоспам для впровадження».

Паралельно з дослідями на експериментальній базі «Устя» Оршанського району та в радгоспі «Бобр» Крупського району нами проводилася методична та практична допомога ряду господарств Білорусі щодо використання

¹⁴⁰ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

¹⁴¹ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

багаторічного люпину не в сидеральних парах, а як проміжна культура. Внаслідок цього врожай картоплі та інших сільськогосподарських культур стали помітно зростати. Так, у колгоспі ім. Леніна Оршанського району врожай картоплі зріс від 9,20 т/га у 1963 р. до 27,4 т/га у 1968 р., зернових культур – відповідно від 0,82 до 1,68 т/га, льононасіння – від 0,41 до 0,75 т/га. Собівартість 1 т бульб у середньому протягом трьох років за тлом багаторічного люпину зменшилася проти фону торфонавозних компостів вдвічі, а витрати знизилися на 13%.

У 1970–1972 р.р. в Оршанському районі щорічно заорювали на зелене добриво близько 2 тис. га багаторічного люпину. Багаторічний люпин заорювали переважно під картоплю. Урожай картоплі за багаторічним люпином був на 6–8 т/га вищим, ніж за торфонавозними компостами. У 1973 р. Оршанський район отримав з усієї площі посівів (понад 3 тис. га) по 20,8 т/га бульб і зайняв перше місце за врожайністю картоплі в Білорусі. Проте з 1974 р. в Оршанському та інших районах Вітебської області із суб'єктивних причин зеленим добривом перестали займатися. Причину пояснювали, по-перше, тим, що брак органічних добрив можна було компенсувати торфокрихтою, яка в цей час інтенсивно завозилася в господарства за рахунок держави; по-друге, тоді директивними органами та інститутами рекомендувалося закінчувати посадку картоплі не пізніше 10 травня. А оскільки багаторічний люпин рекомендується заорювати під картоплю після 20 травня (фаза стеблонування–бутонізації), сформувалася думка, що даний сидерат під картоплю не підходить, оскільки до зазначеного терміну вона не нарощує достатньої кількості зеленої маси. Крім того, заорання люпину до фази бутонізації–цвітіння (до 10 травня) призвела в ряді місць до його відростання і засмічення полів, що негативно позначилося на його впровадженні¹⁴².

Однак дослідження показали, що багаторічний люпин доцільно використовувати під картоплю через рік після його заорювання. Суть технології полягає в наступному: заорювання багаторічного люпину проводиться у фазі повного цвітіння (25–30 травня і навіть до 5 червня); слідом за відповідною передпосівною обробкою ґрунту висіваються однорічні бобово–злакові трави на кормові цілі, після збирання яких проводиться чизельна обробка ґрунту та висіваються хрестоцвіті культури – редька олійна, ріпак ярий, гірчиця біла та інші культури з коротким вегетаційним. Залежно від потреб господарства повторні посіви наприкінці жовтня забираються на корм худобі або заорюються як зелені добрива. Провесною на цьому полі можна розміщувати просапні (картопля, кукурудзу) і ярі зернові культури. Головне, що за такої технології заорюється близько 60 т рослинної маси багаторічного люпину та близько 20–30 т повторної хрестоцвітої культури, які не займають самотійного поля, без великих капітальних витрат. Застосування такої технології особливо важливе на орних ґрунтах низької родючості та в господарствах, де вноситься недостатня кількість органічних добрив.

¹⁴² Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. 208 с.

Тим часом вся історія людства свідчить у тому, що стан землеробства відбиває загальний рівень культури суспільства. Якщо суспільство ставиться до землі байдуже, не підтримує належним чином її родючість, свідомо чи несвідомо ігнорує закони землеробства, рано чи пізно воно зіткнеться з необхідністю дорогою ціною відновлювати втрачене. Як справедливо підкреслюється вченими «... спадання родючості ґрунтів можна подолати за рахунок внесення оптимальних доз органічних та мінеральних добрив... Цей захід не терпить зволікання. Створена ґрунтова родючість є національним багатством, яке, за експертними оцінками, становить 637 доларів США на 1 га, або 3,9 млрд доларів на площі 6,2 млн га орних земель»¹⁴³. На жаль, ця площа орних земель наразі значно зменшена.

Найчастіше деградовані землі виводяться з обігу. Практика показує, що відновлювати їхню родючість дуже складно і затратно – простіше такі землі списати. Тому директивні органи часто погоджуються з пропозиціями окремих керівників та вчених вивести їх із сільськогосподарського обороту під загальною мотивацією «орні землі збиткової низької родючості».

У Білорусі, за даними М. Шиманського, лише за 25 років (1963–1988) близько 1 млн. га сільськогосподарських угідь виведено з обігу. За цей час кількість орних земель на душу населення зменшилась із 1,0 до 0,6 га. І цей процес посилюється. Постановою Ради Міністрів Республіки Білорусь від 20 січня 2000 р. № 79 «Про заходи щодо ефективного використання земель сільськогосподарського призначення» близько 700 тис. га орних земель низької родючості репрофілюються в так звані покращені сіножаті та пасовища на площі 417 тис. га, в природні та пасовища – 11 тис. га і переводяться в поклад (резерв, запас) на площі 82 тис. га¹⁴⁴. Що таке покращені або природні сіножаті та пасовища, якщо при корінному їх поліпшенні органічні добрива на них не вносяться? Продуктивність їх не зростає. Це означає, у ХХІ ст. ми повертаємося до тієї практики землеробства, що існувала тисячоліття тому.

На запланованому так званому покладі доцільно, на думку білоруських вчених, розміщувати сім'яники багаторічного люпину. По–перше, з цієї площі можна повністю забезпечувати насінням багаторічного люпину потребують їх господарства; по–друге, після 5–6 років зростання багаторічного люпину на одному місці родючість ґрунту відновлюється і його можна знову включати в сільськогосподарський оборот і отримувати високі врожаї. Що стосується репрофілювання орних земель слабкої родючості в покращені і природні сіножаті і пасовища, то і тут сидерація може знайти широке застосування. Запропоновано технологію використання сидератів при докорінному поліпшенні сінокосів та пасовищ, за допомогою якої можна в короткий термін значно підвищити продуктивність цих угідь.

¹⁴³ Стратегія інтенсифікації адаптивного рослинництва / С. І. Гриб, М. М. Севернев, І. М. Богдевич // С.-г. вести. 2002. № 5. С. 4-6.

¹⁴⁴ Мороз Г. Конкуренция экзаменует крестьянина. Рациональное использование земель и производственных ресурсов. Экономика. Финансы и учет. Аудит. 2001. № 9. С. 8-12.

1.2. Розвиток ідей біологізації землеробських технологій та практики сидерації в Україні

Значна робота по історичній систематизації розвитку біологізації землеробства проведена В.Д. Орехівським, який систематизував історичні джерела та хронологію цього аспекту розвитку цивілізації у своїй дисертації¹⁴⁵. Наводимо результати цього вивчення у авторській редакції з посиланням на джерела літератури систематизовані автором дослідження. Так В.Д. Орехівський відмічає, що витоки землеробства датуються X–IX тис. до н. е. і починаються з долини Йордану¹⁴⁶.

На території сучасної України зародження знань про органічні заходи у землеробстві сягає VII тис. до н. е. із чергуванням зернових та бобових культур¹⁴⁷. Значно розширено знання однією з перших землеробських цивілізацій на території сучасної України – давньою землеробською трипільською культурою¹⁴⁸, яка розвивалась упродовж VI–III тис. до н. е.¹⁴⁹.

У трипільних сівозмінах зерно– 99 парової системи землеробства трипільці чергували озиму та яру пшеницю, ячмінь, жито, просо і овес з горохом, бобами, сочевицею, нутом, чиною¹⁵⁰, як зелене добриво використовували однорічну бобову траву – вику ервілію¹⁵¹, заорювали соломку пшениці^{152 153}.

Таким чином, з розвитком трипільської культури відбулось зародження і поширення органічних заходів у землеробстві як одного з основних напрямів сільського господарства. У кінці I тис. до н. е. – на початку I тис. н. е. велике

¹⁴⁵ Орехівський В. Д. Становлення та розвиток науково-організаційних основ органічного землеробства в Україні у другій половині XX - на початку XXI століть : дис. ... д-ра іст. наук : 07.00.07 / Орехівський Володимир Данилович ; Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. с.-г. б.-ка. Київ, 2019. 540 с.

¹⁴⁶ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с

¹⁴⁷ Пашкевич Г.О., Відейко М.Ю. Рільництво племен трипільської культури. Київ, 2006. 144 с

¹⁴⁸ Відейко М.Ю., Бурдо Н.Б. Енциклопедія Трипільської цивілізації. 2004, т. 1, кн. 1. 703 с.

¹⁴⁹ Верстюк В.Ф., Дзюба О.М., Репринцев В.Ф. Україна від найдавніших часів до сьогодення: хронологічний довідник. Київ: Наукова думка, 1995. 687 с.

¹⁵⁰ Пашкевич Г.О., Відейко М.Ю. Рільництво племен трипільської культури. Київ, 2006. 144 с.

¹⁵¹ Орехівський В.Д. Еволюція вирощування багаторічних бобових трав у органічному землеробстві України (XX – початок XXI ст.). Суспільні науки сьогодні: постулати минулого і сучасні теорії: зб. тез наукових робіт учасників Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпро. 2017. С. 28–33.

¹⁵² Відейко М.Ю., Бурдо Н.Б. Енциклопедія Трипільської цивілізації. 2004, т. 1, кн. 1. 703 с.

¹⁵³ Орехівський В.Д. Еволюція використання соломи в органічному землеробстві України у XX – на початку XXI століть. Пріоритети сучасних суспільних наук в трансформаційних умовах: зб. тез наукових робіт учасників Міжнар. наук.-практ. конф. Львів. 2017. С. 57–61.

значення щодо поширення знань про органічні заходи у землеробстві належить землеробам лісостепової скіфської, зарубинецької та черняхівської культур¹⁵⁴
155

У III ст. до н. е. – II ст. н. е. зарубинецькою культурою у сівозмінах перелогової та зерно–парової систем землеробства після перелогу або пару з органічним удобренням вирощували зернові, технічні та овочеві культури, які чергували з бобовими^{156 157}.

У III–IV ст. н. е. черняхівською культурою на великих площах у двописьонних та триписьонних сівозмінах зерно–парової системи землеробства чергували вирощування пшениці, ячменю, жита, проса, гречка, вівса, коноплі з горохом, бобами, нутом, сочевицею, чиною, люпином, викою¹⁵⁸.

У другій половині XVIII – першій половині XIX ст. приділено значення дослідженню окремих органічних заходів у землеробстві¹⁵⁹.

У 1789 р. знання про роль дощових черв'яків, як важливого заходу створення біогумусу, у ґрунтоутворенні вперше у науковій літературі висвітлено англійським натуралістом Г. Уайтом¹⁶⁰.

Основні дослідження використання дощових черв'яків як органічного заходу у землеробстві були 100 здійснені Ч. Дарвіном^{161 162}.

У 1763 р. оригінальні думки про повітряне живлення коренів рослин висловлені російським вченим-енциклопедистом, основоположником наукового землеробства М.В. Ломоносовим¹⁶³, який акцентував увагу на тому, що чорнозем виник від перегнивання тваринних організмів¹⁶⁴.

Одним з перших з наукової точки зору значення органічних заходів у землеробстві для різних ґрунтово–кліматичних умов у 1768 р. обґрунтував вчений–агроном А.Т. Болотов^{165 166}. Він акцентував увагу на ефективності

¹⁵⁴ Никонов А.А. Спираль многовековой драмы: аграрная наука и политика России (XVIII–XX вв.). Москва: Энциклопедия российских деревень, 1995. 574 с.

¹⁵⁵ Верстюк В.Ф., Дзюба О.М., Репринцев В.Ф. Україна від найдавніших часів до сьогодення: хронологічний довідник. Київ: Наукова думка, 1995. 687 с.

¹⁵⁶ Відейко М.Ю., Бурдо Н.Б. Енциклопедія Трипільської цивілізації. 2004, т. 1, кн. 1. 703 с.

¹⁵⁷ Пашкевич Г.О., Відейко М.Ю. Рільництво племен трипільської культури. Київ, 2006. 144 с

¹⁵⁸ Юркевич Є.О., Коваленко Н.П., Бакума А.В. Агробіологічні основи сівозмін Степу України: монографія. Одеса: Одеське видавництво «ВМВ», 2011. 240 с.

¹⁵⁹ Коваленко Н.П. Наукові основи становлення та розвитку землеробства в Україні. Вісник аграрної науки. 2017. Спеціальний випуск (травень). С. 60–66.

¹⁶⁰ Бородіна К.І., Руденко С.О. Деякі аспекти ролі дощових черв'яків (*Lumbricus terrestris*) у ґрунтоутворенні. Донецьк: ДонНТУ. 2005. 25 с

¹⁶¹ Дарвін Ч. Образование почвенного слоя деятельностью дождевых червей и наблюдение над образом жизни последних. Москва, 1982. 132 с.

¹⁶² Жуков О.В., Пилипенко О.Ф., Кірієнко С.М. Основи ґрунтової зоології та біоіндикації. Дніпропетровськ : ДНУ. 2002. Ч. 1. 92 с

¹⁶³ Ломоносов М.В. Избранные философские сочинения. Москва, 1950. 712 с.

¹⁶⁴ Ломоносов М.В. Избранные философские сочинения. Москва, 1950. 712 с.

¹⁶⁵ Вергунов В.А. Нариси історії вітчизняної аграрної науки, освіти та техніки. УААН, ДНСГБ. в 4 ч. Київ: Аграрна наука, 2006. ч. 1. 337 с.

чергування культур¹⁶⁷, впровадженні багатопільних сівозмін¹⁶⁸, необхідності вирощування багаторічних трав¹⁶⁹, застосування раціонального обробітку ґрунту¹⁷⁰ та органічного удобрення сільськогосподарських культур¹⁷¹, як важливих органічних заходів у землеробстві¹⁷².

Важливе значення для розвитку знань про органічні заходи у землеробстві мають напрацювання російського вченого–агронома І.М. Комова¹⁷³.

У 1788 р. він вперше обґрунтував ефективність сівозмін плодозмінної системи землеробства, де вирощували 50% зернових, 25% просапних культур і 25% бобових трав і вносили органічні добрива, здійснювали вапнування та мергелювання¹⁷⁴.

У 1825 р. професор Московського університету М.Г. Павлов висвітлив роль ґрунтових процесів у живленні рослин при застосуванні органічних і зелених добрив¹⁷⁵, великого значення надавав застосуванню гною та вапна у плодозмінних сівозмінах з вирощуванням бобових трав¹⁷⁶.

Талановитий вчений у галузі землеробства, професор М.Г. Ліванов у 1786 р. вперше описав цінні відомості щодо знань про органічні заходи у землеробстві^{177 178} та опублікував їх на території сучасної України^{179 180}. Вчений

¹⁶⁶ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

¹⁶⁷ Болотов А.Т. Примечание о хлебопашестве вообще. Труды Императорского Вольного экономического общества. Санкт-Петербург, 1768. ч. 9. С. 212.

¹⁶⁸ Болотов А.Т. Наказ для деревенского управителя. Труды Императорского Вольного экономического общества. Санкт-Петербург, 1770, ч. 16. С. 98–154.

¹⁶⁹ Болотов А.Т. О разделении полей. Санкт-Петербург, 1771. 248 с.

¹⁷⁰ Болотов А.Т. Продолжение о разделении земли на семь полей. Труды Императорского Вольного экономического общества. Санкт-Петербург, 1771. ч. 18. С. 4–27.

¹⁷¹ Болотов А.Т. Избранные сочинения по агрономии, плодоводству, лесоводству, ботанике. Москва: Изд. Московского общ. испытателей природы, 1952. 523 с.

¹⁷² Орехівський В.Д. Значення діяльності вітчизняних вчених у становленні органічного землеробства у другій половині XVIII ст. Українські еліти у цивілізаційному розвитку Європи: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир. 2017. С. 21–25.

¹⁷³ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

¹⁷⁴ Комов И.М. О земледелии. Москва, 1788. 112 с.

¹⁷⁵ Вербин А.А. Очерки по развитию отечественной агрономии – введение в агрономию. Москва: Советская наука, 1958. 262 с.

¹⁷⁶ Павлов М.Г. Курс сельского хозяйства. Санкт-Петербург, 1827. 613 с.

¹⁷⁷ Кисловский Д. Ливанов Михаил Георгиевич. Сельскохозяйственная энциклопедия. Москва: Госиздат, 1953. С. 64.

¹⁷⁸ Назаренко И.И. Видный русский агроном М.Г. Ливанов. Земледелие. 1954. № 1. С. 111–113

¹⁷⁹ Вергунов В.А. Фундатору сільськогосподарської науки та спеціальної галузевої освіти на українських землях професору М.Г. Ліванову – 265 років. Емінак. 2017. № 1 (17). Т. 2. С. 91–97

¹⁸⁰ Ливанов (Михаил). Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза, И.А. Ефрона. Санкт-Петербург: Тип.-литогр. И.А. Ефрона, 1896. Т. 17. С. 645.

зазначав, що основою обробітку ґрунту повинно бути лише його кришіння з метою кращого проникнення коренів рослин, повітря та води^{181 182}.

Серед органічних заходів у землеробстві він виділяв травосіяння і рекомендував у сівозмінах чергувати зернові, зернобобові, овочеві, коренеплідні культури та бобові трави: конюшину, люцерну, вику^{183 184}, вносити органічні добрива: гній, золу, вапно, крейду, крейдянну глину та післяжнивні рештки рослин^{185 186 187}.

Велике значення надавав вирощуванню бобів, гороху, польовому горошку^{188 189}, кормових культур та організації штучних луків, які він рекомендував удобрювати, як і природні^{190 191}.

У 1788 р. у с. Богоявленське під м. Миколаєвом ним організовано зразкове господарство з впровадження передової агротехніки^{192 193}, засновано першу в Російській імперії Землеробську школу (1790–1797)^{194 195} з показовим

¹⁸¹ Глазунов Г.О. Професор Михайло Ліванов (1751–1800): вчений аграрій – родоначальник аграрної освіти Імперської Росії. Історія науки і біографістика. 2013. №4. URL: <http://inb.dnsgb.com.ua/2013-4/6.pdf>

¹⁸² Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с

¹⁸³ Клинген И.Н. Среди патриархов земледелия народов Ближнего и Дальнего Востока. Ч. 2. Санкт-Петербург, 1899. 338 с.

¹⁸⁴ Ливанов Михаил Георгиевич. Биографический словарь деятелей естествознания и техники. Москва : Государственное научное издательство «БСЭ», 1958. С. 518.

¹⁸⁵ Коваленко Н.П. Наукові основи становлення та розвитку землеробства в Україні. Вісник аграрної науки. 2017. Спеціальний випуск (травень). С. 60–66.

¹⁸⁶ Ливанов М.Г. О земледелии, скотоводстве и птицеводстве. Николаев: Типография Черноморского Штурманского Училища. 1799. 204 с.

¹⁸⁷ Орехівський В.Д. Еволюція використання післяжнивних та післяукісних посівів в органічному землеробстві України (друга половина XIX – початок XXI століть). Людське співтовариство: актуальні питання наукових досліджень: зб. тез наукових робіт учасників Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпро. 2018. С. 5–11

¹⁸⁸ Ливанов М.Г. О земледелии, скотоводстве и птицеводстве. Николаев: Типография Черноморского Штурманского Училища. 1799. 204 с.

¹⁸⁹ Ливанов М.Г. Наставление к умозрительному и делопроизводственному земледелию. Труды Вольного экономического общества. 1786. 127 с.

¹⁹⁰ Куліш М.Ю. Життєвий і творчий шлях Михайла Ліванова. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2003. № 3 (23). С. 7–12.

¹⁹¹ Орехівський В.Д. Внесок професора М.Г. Ліванова (1751–1800) у становлення та розвиток органічного землеробства в Україні у другій половині XVIII ст. Історія науки і біографістика: електрон. наук. фак. вид. 2018. №1. URL: <http://inb.dnsgb.com.ua/2018-1/15.pdf>

¹⁹² Дружинина Е.И. Северное Причерноморье в 1775–1800 гг. Москва: Изд-во АН СССР, 1959. 235 с

¹⁹³ Мітрьасова О.П., Ганганов В.М. Михайло Георгійович Ліванов – один з видатних засновників вітчизняної аграрної науки. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2002. № 1 (5). С. 159–166.

¹⁹⁴ Березовська Т.В. Історія розвитку аграрної освіти на Миколаївщині. Миколаїв: МДАУ, 2012. С. 10–13.

дослідним полем¹⁹⁶, де досліджували безполицевий обробіток з прикочуванням та боронуванням¹⁹⁷, ефективність насадження лісосмуг у боротьбі з численними посухами та вітровою ерозією ґрунту^{198 199}. Отже, М.Г. Ліванов започаткував теоретико-методологічні та практичні знання про органічні заходи у землеробстві посушливих умов України, що не втратили своєї актуальності дотепер. У 1834 р. професор кафедри сільського господарства Імператорського Університету Святого Володимира у м. Києві С.М. Ходецький розширив наукові дослідження одного з їх напрямів – травосіяння з вирощуванням кормових бобових трав у сівозмінах²⁰⁰.

У 1837 р. професор Петербурзького університету С.М. Усов вперше визначив значення сівозмін у різних системах землеробства: перелоговій, зерно–паровій, вигінній та плодозмінній²⁰¹.

Велике значення мали практичні здобутки впровадження травосіяння у господарюванні аграріїв–практиків. У 1792 р. поміщик Д.М. Полторацький у маєтку Калузької губернії вперше впровадив вирощування зернобобових культур (горох, боби, сочевиця) та багаторічної бобової трави конюшини у чотиріпільних плодозмінних сівозмінах²⁰².

У 1796 р. поміщик Тульської губернії, основоположник дослідного травосіяння В.О. Левшин встановив ефективність чотиріпільних сівозмін поліпшеної зерно–парової системи землеробства з вирощуванням багаторічних бобових трав (конюшини, люцерни)^{203 204 205} та її сумішки зі злаковими культурами^{206 207}.

¹⁹⁵ Ковалева О.Ф., Чистов В.П. Михаил Георгиевич Ливанов (1751– 1800). Очерки истории культуры Южного Прибужья (от истоков до начала XX века). Николаев: Тетра, 2000. С. 134–137.

¹⁹⁶ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

¹⁹⁷ Вергунов В.А. Фундатору сільськогосподарської науки та спеціальної галузевої освіти на українських землях професору М.Г. Ліванову – 265 років. Емінак. 2017. № 1 (17). Т. 2. С. 91–97.

¹⁹⁸ Коваленко Н.П. Зародження наукових основ органічного землеробства в Україні у XVIII – першій половині XIX століть. Вісник аграрної історії. 2017. вип. 19–20. С. 200–216.

¹⁹⁹ Kovalenko N.P. History of origin and development of replacement of plants crop rotations is in world agriculture. Acta agraria Debreceniensis: Journal of Agricultural Sciences University of Debrecen. Debrecen, Hungary. 2013. №53. P. 53–56.

²⁰⁰ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

²⁰¹ Усов С.М. Курс земледелия. Санкт-Петербург., 1837. 524 с

²⁰² Герасимов Г.А. Учение о системах хлебопашества в русской сельскохозяйственной науке конца XVIII и начала XIX веков. Труды Молотовского государственного сельскохозяйственного института имени Д. Н. Прянишникова. Молотов, 1954. т. 14. С. 22–67.

²⁰³ Левшин В.А. Описание об открытых в Тульской губернии кормовых травах. Труды Императорского Вольного экономического общества. ч. 2. 1796. С. 4–13.

У 1805 р. поміщик І.І. Самарін у маєтку Ярославської губернії вперше застосував травосіяння на великих ділянках господарювання у сівозміні з багаторічною бобовою травою конюшиною^{208 209}.

У 1836 р. князь С.І. Гагарін рекомендував сіяти конюшину навесні після озимого жита²¹⁰. Таким чином, впровадження травосіяння відбувалось із застосуванням сівозмін з вирощуванням багаторічних бобових трав, як органічного заходу в землеробстві. На початку ХІХ ст. у багатьох губерніях України у сівозмінах вирощували зернові культури: озиму пшеницю, озиме жито^{211 212}, технічні культури: льон, тютюн, цукрові буряки²¹³, зернобобові культури, кормові трави і овочеві коренеплоди²¹⁴. У поміщицьких та селянських господарствах центрально–нечорноземних губерній отримали розповсюдження багатопільні сівозміни з вирощуванням озимого жита, ярої пшениці, вівса, коноплі, гороху, льону, внесенням органічних добрив та травосіянням²¹⁵.

У другій половині ХІХ – на початку ХХ ст. у Російській імперії особливого розвитку набуло становлення наукової думки про органічні заходи у землеробстві. У 1854 р. С.М. Усов відмітив значення внесення органічних добрив у паровому полі сівозміні²¹⁶ та вирощування бобових трав²¹⁷.

²⁰⁴ Левшин В.А. О заселении степей. Новое продолжение Трудов Императорского вольного экономического общества. ч. 3. Санкт-Петербург, 1798. С. 208–216.

²⁰⁵ Левшин В.А. Ручная книга сельского хозяйства для всех состояний. ч. 1. Москва, 1803. 23 с.

²⁰⁶ Левшин В.А. О растениях вредных и полезных для скота. Новое продолжение Трудов Императорского вольного экономического общества. ч. 3. Санкт-Петербург, 1798. С. 55–57

²⁰⁷ Орехівський В.Д. Розвиток застосування травосіяння і травопільних сівозмін в органічному землеробстві УРСР у першій половині ХХ століття. Історія науки і техніки: зб. наук. пр. 2018. Т. 8. Вип. 1(12). С. 158–168.

²⁰⁸ Крохалев Ф.С. О системах земледелия: исторический очерк. Москва: Сельхозгиз, 1960. 432 с

²⁰⁹ Самарин И.И. Травосеяние в Ярославской губернии. Земледельческий журнал. 1836. №1. С. 21–28.

²¹⁰ Гагарин С.И. Замечания на статью г. Самарина о травосеянии. Земледельческий журнал. 1826. №16. С. 15–28

²¹¹ Листування з громадянськими губернаторами та представлення звітів за 1832 р. // ЦДІА України. Ф. 442. Оп. 1. Спр. 1195. Ч. 1. Арк. 1–208.

²¹² Про визначення полковником Стародобівським кількості землі Стародобівського полку у 1752 р. // ЦДІА України. Ф. 51. Оп. 3. Спр. 1109. Арк. 1–99.

²¹³ Листування з громадянськими губернаторами та представлення звітів за 1832 р. // ЦДІА України. Ф. 442. Оп. 1. Спр. 1195. Ч. 2. Арк. 1–207.

²¹⁴ Про сівозміну і про покращення на її основі землеробства і господарювання у 1838 р. // ЦДІА України. Ф. 2053. Оп. 1. Спр. 130. Арк. 1–12.

²¹⁵ Відомість 12-пільної сівозміни на землях Старосільського фільварку за 1845 р. // ЦДІА України. Ф. 2219. Оп. 1. Спр. 235. Арк. 1.

²¹⁶ Усов С.М. О системах хлебопашества. Санкт-Петербург, 1854. 214 с

²¹⁷ Усов С.М. Основы земледелия. Санкт-Петербург: Тип. Императ. АН, 1862. 644 с.

У 1859 р. професор Петербурзького університету О.В. Советов надавав великого значення травосіяння^{218 219}.

У 1860–х роках С. Капустін, Г. Розенфляцер визначили ефективність вирощування сидеральних культур (люпин) на зелене добриво^{220 221}.

У 1867 р. вчений-енциклопедист Д.І. Менделєєв досліджував вплив вапна, органічних та мінеральних добрив і травосіяння на родючість ґрунту^{222 223}. Ним встановлено, що за внесення гною ефективно для всіх типів ґрунтів, фосфорних добрив – для чорноземів, азотних добрив і вапна – для дерново-підзолистих, калію – у посівах бобових культур та коренеплодів. Упродовж 1881–1905 рр. основоположник сидеральних сівозмін, завідувач першою у світі кафедрою спеціального землеробства НовоОлександрійського інституту сільського господарства і лісівництва, професор П.В. Будрін вперше поряд із внесенням гною систематизував ефективність вирощування люпину на зелене добриво у двопільних сівозмінах^{224 225}. Ним вперше визначено ефективність вирощування післяжнивних посівів, травосіяння, посівів зернобобових культур, використання органічних добрив, започатковано вітчизняне люпиносіяння^{226 227}.

У 1884 р. російський агроном, професор П.А. Костичев встановив залежність родючості ґрунту не лише від кількості в ній поживних речовин, але

²¹⁸ Коваленко Н.П. Розвиток та удосконалення сівозмін для умов недостатнього зволоження України: історична ретроспектива. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава. 2012. № 4. С. 27–33.

²¹⁹ Советов А.В. О разведении кормовых трав на полях. СанктПетербург, 1859. 198 с.

²²⁰ Капустин С. Сельскохозяйственное обозрение: вопрос о применении солнечной системы хозяйства к России. Труды Императорского Вольного экономического общества. Санкт-Петербург. 1866. Вып. 6. Т. 3. С. 328.

²²¹ Розенфляцер Г. О разведении люпина. Земледельческая газета. 1865. №20. С. 310.

²²² Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

²²³ Доклад первого секретаря Днепропетровского обкома КПУ товарища Ватченко 28 ноября 1967 г. // ЦДАГО України. Ф. 1. Оп. 1. Спр. 2048. Арк. 49–59.

²²⁴ Будрін П.В. Результаты опытов по применению удобрений и изучению севооборотов на Горнониевском опытном поле Института сельского хозяйства и лесоводства. Санкт-Петербург, 1907. 236 с

²²⁵ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

²²⁶ Будрін П.В. Данные по культуре сельскохозяйственных растений на опытной ферме в Новой Александрии за 1881–1898 гг. Варшава: типография Варшавского учебного округа. ч. 2: Бобовые зерновые растения и разные кормовые травы, 1899. 312 с

²²⁷ Будрін П.В. Важнейшие работы русских сельскохозяйственных опытных станций и полей: Сельскохозяйственная химическая лаборатория в Санкт-Петербурге, Энгельгардтовская с.-х. опытная станция, Запольская с.-х. опытная станция. Сельское хозяйство и лесоводство. 1909. №2. С. 243–258.

і від структури ґрунту та інших його фізичних властивостей, що пов'язував з нагромадженням перегною²²⁸.

У 1891 р. професор О.М. Енгельгардт відмітив важливість внесення фосфорного борошна і сидерації^{229 230}, яку розділив на групи: конюшиносіяння із заорюванням на добриво післяюкісних решток бобових культур – «неповна сидерація», заорювання дикої трав'яної рослинності – «природна сидерація» і заорювання посівів гороху – «повна сидерація»²³¹.

У 1895 р. професор Імператорського університету Святого Володимира С.М. Богданов удосконалив систему заорювання різних бобових культур на зелене добриво поряд із внесенням гною^{232 233}.

У 1910 р. Московський вчений–агроном В.Г. Бажаєв визначив значення заорювання на зелене добриво люпину та редьки олійної²³⁴. Перший директор Сумської дослідної станції М.А. Єгоров встановив ефективність живлення рослин залежно від внесення золи та гною у паровому полі²³⁵. Вчений–агрохімік, академік Д.М. Прянішников визначив важливу роль біологічного азоту²³⁶, підкреслив необхідність використання органічних добрив та мікроелементів²³⁷. Для вирішення проблеми збільшення азоту в ґрунті він рекомендував розширювати площі посіву бобових культур, використовувати торф, збільшувати обсяги внесення високоякісного гною^{238 239}.

²²⁸ Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А.В. Агрохимия. Москва: Агропромиздат, 1989. 639 с.

²²⁹ Орехівський В.Д. Становлення та розвиток наукових основ використання сидеральних культур в органічному землеробстві України (друга половина ХІХ – початок ХХІ століть). Історія науки і біографістика: електрон. наук. фах. вид. 2017. №4. URL: <http://inb.dnsgb.com.ua/2017-4/11.pdf>

²³⁰ Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А.В. Агрохимия. Москва: Агропромиздат, 1989. 639 с.

²³¹ Энгельгардт А.Н. Фосфориты и сидерация. Санкт-Петербург: Изд. А. Ф. Девриена, 1891. 252 с.

²³² Богданов С.М. Обзор успехов сельского хозяйства в 1893 году. Киев: Тип. П. Барского, 1895. 456 с.

²³³ Орехівський В.Д. Становлення наукової думки про органічне землеробство у другій половині ХVІІІ – першій половині ХІХ століть. Етнічна історія народів Європи. 2018. Вип. 54. С. 64–68.

²³⁴ Бажаев В.Г. О статистическом изучении систем земледелия. Киев: Печатня С.П. Яковлева, 1910. 11 с.

²³⁵ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

²³⁶ Прянишников Д.Н. Общие вопросы земледелия и химизации. Москва: Колос, 1965. Т. 3. 639 с.

²³⁷ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

²³⁸ Вергунов В.А. Історія сільськогосподарської дослідної справи України: творці та розбудовники. НААН, ДНСГБ НААН. Київ, 2012. 120 с.

²³⁹ Прянишников Д.Н. Зеленое удобрение. Избранные сочинения. Москва: Колос. 1965. Т. 1. С. 322–335.

Наукові ідеї Д.М. Прянішнікова про люпинізацію, як органічний захід у землеробстві, що отримав розвиток, визнання та глибоке наукове обґрунтування у працях багатьох вчених, набувають сьогодні особливого значення²⁴⁰. На початку ХХ ст. на українських землях посіви люпину та середели почали заорювати на зелене добриво у різні терміни^{241 242 243}.

Упродовж 1906–1910 рр. показові ділянки з посівами люпину на зелене добриво заклали у селянських господарствах Волинської, Київської, Мінської, Могилівської і Чернігівської губерній^{244 245}, упродовж 1910–1919 рр. – здійснювали колективні досліді²⁴⁶.

Перші досліді з люпином в якості сидерату проводилися професором П. В. Будримом на дослідному полі в Новій Олександрії (нині Пулави, Польща) в 1881–1905 рр. та професором С. М. Богдановим (Київ) у 1888 р. на ґрунтах колишнього Радомисловського повіту. Цими дослідіами і було започатковано впровадження люпину на зелене добриво.

У 1910–1913 рр. у Чернігівській губернії організуються колективні досліді щодо вивчення впливу зеленого добрива на врожай сільськогосподарських культур. Масові досліді із сидеральними люпинами проводились у колишніх Київській, Волинській та Могилівській губерніях. Незважаючи на деякі агротехнічні невдачі, добрив люпинів подвоював урожай жита на селянських полях.

У 1914–1915 рр. організується Радомисливська дослідна станція на пісках Українського Полісся, у 1916–1919 рр. – Новозибківська станція на пухких глибоких пісках. Ці досвідчені наукові установи з перших років організації долучилися до детального вивчення питань сидерації.

Особливо великий внесок у підвищення родючості піщаних ґрунтів зробили вчені Новозибківської дослідної станції, організатором створення та керівником якої був Є. К. Алексєєв, майбутній академік АН БРСР. Дослідження тут ведуться з 1919 р. і продовжуються до теперішнього часу.

Досліді проводилися в 4–польному сівозміні: сидеральна пара – озиме жито – картопля – овес. Крім люпину, запаханого під жито в паровому полі, під картоплю завжди вносили гній з розрахунку 36 т/га.

²⁴⁰ Шувар І.А., Сендецький В.М., Бунчак О.М. Виробництво та використання органічних добрив. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 596 с.

²⁴¹ Вергунов В.А. Нариси історії аграрної науки, освіти та техніки. УААН, ДНСГБ. в 4 ч. Київ: Аграрна наука, 2008. ч. 2. 560 с.

²⁴² Коваленко Н. П. Історичні аспекти зародження і розвитку наукових знань про сидеральні сівозміни. Сільський господар. Львів. 2012. №11–12. С. 27–33.

²⁴³ Розенфлянцер Г. О разведении люпина. Земледельческая газета. 1865. №20. С. 310.

²⁴⁴ Алексєєв Е.К. Зеленое удобрение в нечерноземной полосе. Москва: Сельхозгиз, 1959. 320 с

²⁴⁵ Вергунов В.А. Нариси історії аграрної науки, освіти та техніки. НААН, ДНСГБ. в 4 ч. Київ: Аграрна наука, 2010. ч. 3. 284 с.

²⁴⁶ Алексєєв Е.К. Зеленое удобрение, его формы, значение и факторы действия. Москва: Сельхозгиз. 1927. С. 34–36.

В результаті тривалих спостережень було встановлено, що продуктивність сівозміни в перерахунку на кормові одиниці під впливом загоряного вузьколистого гіркою люпину зросла на 45% в порівнянні з чистою паром. Значний інтерес представляють дані про післядію зеленого добрива на врожай картоплі та вівса: воно більш ніж утричі перевищувало пряму дію на першій культурі²⁴⁷.

Визначна роль у розробці теоретичних питань та впровадженні люпину на зелене добриво належить академікам Д. Н. Прянішникову та Є. К. Алексєєву, які наполегливо пропагували необхідність застосування люпинового добрива, особливо у нечорноземній смузі.

Ще у 1919 р. Д.М. Прянішников звертав увагу на досить сприятливі ґрунтово-кліматичні умови вирощування люпину на добриво в «західних» губерніях (Гомельській, Чернігівській, Київській) не тільки за весняного висівання, але й післяжнивню – після збирання жита або ячменю. Пропагуючи багаторічний люпин, Д.М. Прянішников оцінював його вплив як еквівалент 30 т/га гною, вважаючи, що площа під багаторічним люпином з урахуванням його холодостійкості повинна становили в країні більше 10 млн га. Загалом ефект від посівів багаторічного люпину щорічно був би рівнозначним внесенню 300 млн т гною²⁴⁸.

Розглядаючи райони можливого застосування люпинового добрива і межі визрівання однорічних люпинів, Д. Н. Прянішников²⁴⁹ дійшов висновку, що для півночі України потрібно підібрати на зелене добриво така рослина, яка не була б чутливою до холодів, досить рано розвивалася і щорічно давала насіння. Він вважав, що такі властивості має багаторічний люпин. «У всякому разі, – писав Д. Н. Прянішников, – у *L. polyphyllus* ми маємо благородний матеріал для роботи дослідних станцій та подальшого випробування у господарствах; треба думати, що ця рослина і буде тією шуканою формою люпину, якої не вистачає для північної смуги, де опідзолені ґрунти так потребують азоту та органічної речовини і де гною завжди не вистачає, а якщо ще й кормове значення цього люпину після селекційної роботи над ним виявилось би значним, він заслужив би назву «люцерни бідних ґрунтів».

Перші відомості про багаторічний люпин в Україні з'явилися в Працях вільно-економічного суспільства (1811 р., т. II) у преїскуранті насіння квіткових рослин. На той час люпин був відомий тільки садівникам²⁵⁰.

Про використання багаторічного люпину як сидерату вперше розповідалося у статті В. І. Гомелєвського "Обробка люпину", опублікованій в

²⁴⁷ Духанин а. а. Применение люпина в системе удобрения на песчаных почвах. Повышение производительности песчаных почв / Труды ВИУА. Вып. 3. 1969. С. 5-11.

²⁴⁸ Прянішников Д.Н. Общие вопросы земледелия и химизации: в 3 т. Москва: Колос, 1965. Т.3. 639 с.

²⁴⁹ Прянішников Д. н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР. М.—Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1945. 457 с.

²⁵⁰ Либкинд Б.М. Люпин. М.-Л.: Сельхозгиз, 1931. 232 с.

1877²⁵¹. З ініціативи академіка Д. Н. Прянішнікова в 1924 р. було розпочато дослідження з багаторічним люпином. На Півночі України в даний час використовують на зелене добриво багаторічний і однорічний люпини, буркун, віку, пелюшку, райграс, як поукісні – гірчицю білу, олію редьку, ярий ріпак, яру суріпицю. На Півдні вирощують всі вищеперелічені сидерати, крім багаторічного люпину, а також поживні бобово–злакові суміші.

Велике значення надавали дослідженню люцерни²⁵².

У 1916 р. на Херсонській сільськогосподарській дослідній станції у дослідах В.П. Батиренка вперше почали досліджувати люцерну як насінневу культуру²⁵³.

Отже, у другій половині ХІХ – на початку ХХ століть значний розвиток отримали теоретичні дослідження та практичне застосування зелених та органічних добрив, як органічні заходи у землеробстві. Першорядну умову підвищення родючості ґрунтів та урожайності сільськогосподарських культур вчені визначали у застосуванні наступних видів органічного удобрення: внесення гною, заорювання на зелене добриво сидеральних культур, застосування торфу, золи та ін. У другій половині ХІХ ст. вчені О.О. Ізмаїльський, П.А. Костичев, Д.І. Менделєєв, І.А. Стебут приділяли значну увагу ефективності безполицевого обробітку та мульчування ґрунту²⁵⁴.

Вони стверджували, що накриті шаром ґрунту гній та рослинні рештки, забезпечували потрапляння повітря без його пересихання²⁵⁵.

У 1871 р. вчений-агроном і практик І.Є. Овсінський встановив ефективність поверхневого безполицевого обробітку ґранту із використанням плоскорізних і чизельних знарядь²⁵⁶.

У 1899 р. він застосував «нову систему землеробства», яку сьогодні можна назвати органічною²⁵⁷. Вона включала запровадження поверхневого обробітку ґрунту без обертання скиби²⁵⁸ ²⁵⁹ поряд із застосуванням смуговорядкового посіву сільськогосподарських культур²⁶⁰ та внесення органічних добрив у

²⁵¹ Малыгин Ю. Н. Многолетний люпин в нечерноземной полосе. М., 1954. 218 с.

²⁵² Сторчак М.В. Еколого-безпечна агрокультура насінневої люцерни: монографія. Херсон: Айлант, 2011. 240 с.

²⁵³ Голобородько С.П. Семеноводство люцерны. Херсон: Айлант, 2001. 202 с.

²⁵⁴ Измаильский А.А. Влажность почвы и грунтовая вода в связи с рельефом местности и культурным состоянием поверхности почвы. Полтава, 1894. 123 с.

²⁵⁵ Анікіна О.П. «Нова система землеробства» І.Є. Овсінського: наукові ідеї в історичному вимірі. Питання історії науки і техніки. 2010. №3. С. 32–38.

²⁵⁶ Коваленко Н.П. Еволюція використання знарядь обробітку ґрунту у вітчизняному землеробстві. Історія науки і техніки: зб. наук. праць. 2016. Вип. 8. С. 129–139.

²⁵⁷ Коваленко Н. П. Екологічно збалансовані сівозміни в системі альтернативного землеробства: історичні аспекти. Агроекологічний журнал. 2012. №4. С. 95–99.

²⁵⁸ Богданов С.М. О новой системе земледелия Овсинского. Хозяйство. 1910. №48. С. 2104–2107.

²⁵⁹ Курдюмов Н.И. Мастерство плодородия. Ростов на Дону: Владис. 2004. 512 с.

²⁶⁰ Овсинский И.Е. Новая система земледелия. Киев: Тип. С.В. Кульженко, 1899. 173 с.

сівозмінах²⁶¹. Такий обробіток ґрунту знищував бур'яни і створював пухкий поверхневий шар мульчі²⁶², який добре зберігав вологу в ґрунті, а корені рослин в ущільнених нижніх шарах добре розвивалися, що сприяло підвищенню їх урожайності²⁶³, зменшенню поширення вітрової і водної ерозії²⁶⁴. Крім того, розвивалась діяльність мікроорганізмів і ґрунтової фауни, зокрема дощових черв'яків^{265 266}, що сприяло покращанню ґрунтового біологічного комплексу²⁶⁷.

У 1909 р. В.Г. Ротмістров довів значення поверхневого обробітку ґрунту²⁶⁸, обґрунтував його раціональність. Із практичним застосуванням поверхневого безполицевого обробітку ґрунту Ф. Граудзін А.Х. Еван, Д. Калініченко, А.П. Модестов отримали високі урожаї сільськогосподарських культур, особливо у посушливі роки²⁷⁰.

У другій половині ХІХ ст. український науковець–економіст, випускник Київського університету С.А. Подолинський стверджував, що за господарювання земля забезпечувала найкращі врожаї там, де тривалий час у землеробстві впроваджували органічні заходи²⁷¹, які він вважав кращими через збереження сонячної енергії на земній поверхні^{272 273}.

²⁶¹ Товмаченко В.М. Вчені, популяризатори і практики органічного землеробства. Матеріали ХІ Всеукр. конф. молодих учених та спеціалістів «Історія освіти, науки і техніки в Україні». Київ. 2016. С. 328–330.

²⁶² Гангур В.В., Коваленко Н.П. Ефективне розміщення зернових культур у сівозмінах Лісостепу. Вісник аграрної науки. Київ. 2003. №4. С. 35–37.

²⁶³ Котенко С.С. Витоки органічного аграрного виробництва із «Нової системи землеробства» І. Овсінського. Матеріали ХІІ Міжнар. конф. молодих учених та спеціалістів «Історія освіти, науки і техніки в Україні». Київ. 2017. С. 112–114.

²⁶⁴ Новиков Ю.Ф., Истрати А.К. Эволюция техники земледелия и проблема эрозии. Кишинев: Штиинца, 1983. 210 с.

²⁶⁵ Вернадськийська ноосферна революція у розв'язанні екологічних та гуманітарних проблем. Збірник матеріалів ІV Всеукраїнських Моргунівських читань із міжнародною участю, присвячених 90-річчю від дня народження видатного українця. Відпов. за вип. П.В. Писаренко, М.М. Опара, В.Ф. Моргун. Полтава: Дивосвіт, 520 с.

²⁶⁶ Ротмістров В.Г. Мелкая вспашка на черноземе. Нужды деревни. 1909. № 9. С. 13–26.

²⁶⁷ Веремеєнко С.І., Трушева С.С. Біологічні системи землеробства: навч. пос. Рівне, 2011. 200 с.

²⁶⁸ Ротмістров В.Г. Мелкая вспашка на черноземе. Нужды деревни. 1909. № 9. С. 13–26.

²⁶⁹ Ротмістров В.Г. О глубине порыхления черноземов. Земледельческая газета. 1914. № 1 (3). С. 2–3.

²⁷⁰ Эван А. Х. О системе Овсинского. Ведомости сельского хозяйства и промышленности. 1903. №39. С. 13–17.

²⁷¹ Вернадськийська ноосферна революція у розв'язанні екологічних та гуманітарних проблем. Збірник матеріалів ІV Всеукраїнських Моргунівських читань із міжнародною участю, присвячених 90-річчю від дня народження видатного українця. Відпов. за вип. П.В. Писаренко, М.М. Опара, В.Ф. Моргун. Полтава: Дивосвіт, 520 с.

²⁷² Корнійчук Л.Я. Сергей Подолинский – выдающийся украинский ученый, общественный деятель. Экономика Украины. 2000. №7. С. 72–78

²⁷³ Подолинський С.А. Труд человека и его отношение к распределению энергии. Слово. 1880. №4–5. С. 5–19.

Важливим відкриттям став його економічно–екологічний погляд на роль праці людини у збереженні та нагромадженні енергії, основним джерелом якої були сонячні промені. Вчені Г.Н. Висоцький, Е. Вольні, В. Гензен, Ч. Дарвін, Н.А. Дімо, І.У. Палімпсестов, А.А. Силантьєв розширили знання про дощових черв'яків та відмітили значення біогумусу, як одного з найважливіших чинників ґрунтоутворення у землеробстві²⁷⁴.

Вирішальну роль у зміцненні та розвитку цього напрямку відіграла нова концепція про ґрунт, яку розробив В.В. Докучаєв, розвинули П.А. Костичев і В.І. Вернадським. З виділенням ґрунту в особливе природне тіло стало очевидним, що ґрунтові тваринні організми були одночасно і біотичними чинниками ґрунтоутворення та досліджувались як компоненти єдиної природної системи²⁷⁵.

У 1872 р. у Полтавській губернії на Згурівській навчально–дослідній фермі, організованій П.А. Кочубеєм²⁷⁶, крім вивчення землеробських дисциплін²⁷⁷, здійснювали науково–дослідну і селекційну роботу сільськогосподарських культур та випробування нових машин і знарядь²⁷⁸. Ним встановлено ефективність багатопільних сівозмін вигінної системи землеробства з вирощуванням багаторічних бобових трав (люцерна, еспарцет)²⁷⁹, внесенням гною²⁸⁰ та пріорюванням стерні зернових культур і дерну кормових трав²⁸¹.

Відліком у розвитку сільськогосподарської дослідної справи на українських землях стало заснування першої постійно діючої казенної дослідної установи – Полтавського дослідного поля (1884), де вперше з опрацюванням програми й методики систематизовано дослідження органічних заходів польовим методом: чергування культур і парів у сівозмінах,

²⁷⁴ Жуков О.В., Пилипенко О.Ф., Кірієнко С.М. Основи ґрунтової зоології та біоіндикації. Дніпропетровськ : ДНУ. 2002. Ч. 1. 92 с.

²⁷⁵ Докучаєв В.В. Русский чернозем. Санкт-Петербург: типография Деклерона и Евдокимова, 1883. 376 с.

²⁷⁶ Зіборова І.В. П.А. Кочубей і Згурівська навчально-дослідна ферма Прилуцького повіту Полтавської губернії. Вісник аграрної історії: науковий журнал. Київ, 2016. №15. С. 198–205.

²⁷⁷ Дружинин Н.М. Государственные крестьяне и реформа П. Д. Киселева. Москва: Изд. АН СССР, 1958. Т. 2. Реализация и последствия реформы. 620 с.

²⁷⁸ Згуровка. Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза, И.А. Ефрона. Санкт-Петербург: Тип.-литография И.А. Ефрона, 1894. Т. XII (кн. 23). С. 371.

²⁷⁹ Журнал заседания Полтавского Сельскохозяйственного общества 11 января 1887 г. Полтава: Тип. наслед. Н. Пигуренко, 1887. Вып.1 (январь – февраль). С. 1–15.

²⁸⁰ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

²⁸¹ Либих Ю. Химия в приложении к земледелию и физиологии растений. Москва, 1864. 386 с.

грунтозахисного обробітку ґрунту та внесення органічних добрив, вирощування післяжнивних та сидеральних культур²⁸².

У другій половині ХІХ – на початку ХХ ст. у Волинській, Київській, Подільській, Таврійській та Чернігівській губерніях сільськогосподарські культури вирощували у сівозмінах з обов'язковим внесенням гною та лучними сінокісними травами²⁸³.

Деякі землевласники впроваджували плодозмінні сівозміни із травосіянням та внесенням гною у паровому полі²⁸⁴, використовували зерно–парову систему землеробства з удобренням паром і чергуванням озимої та ярої пшениці, жита, вівса, ячменю, гречки та сидеральних культур²⁸⁵.

У великих маєтках землевласників і цукрозаводчиків Київської губернії Терещенків впроваджували зерно–трав'яні та плодозмінні сівозміни з удобренням паром, використанням зелених добрив та післяжнивних посівів²⁸⁶.

У великих маєтках поміщиків Полтавської губернії Галаган (Ламздорф) впроваджували багатопільні плодозмінні сівозміни з травосіянням та удобренням паровим полем²⁸⁷, спеціалізовані зерно–бурякові, овочеві, тютюнові, коноплярські, льонарські сівозміни.

У Київській губернії чергували зернові, коренеплідні, олійні культури і трави у сівозмінах із внесенням гною²⁸⁸; впроваджували сівозміни зернового напрямку з удобренням паром та травосіянням²⁸⁹.

У Таврійській та Херсонській губерніях у плодозмінних сівозмінах чергували зернові, кукурудзу, баштанні, картоплю²⁹⁰. Зазначені органічні заходи у землеробстві забезпечували підвищення рівня родючості ґрунту, урожайності сільськогосподарських культур та якості отриманої продукції. У першій половині ХХ ст. запровадження органічних заходів для забезпечення підвищення родючості ґрунту і покращання фітосанітарного стану, якості

²⁸² Вергунов В.А. Полтавське дослідне поле: становлення і розвиток сільськогосподарської дослідної справи в Україні (до 125-річчя державного дослідництва в агрономії та тваринництві). Київ, 2009. 220 с

²⁸³ Завідування оброчними статтями Харківського маєтку Київського надільного округу за 1902 р. // ЦДІА України. Ф. 500. Оп. 1. Спр. 161. Арк. 1–125.

²⁸⁴ Клопотання селян Межирічської волості Черкаського повіту про осушення суміжної з річкою Рось болотистої місцевості у 1893 р. // ЦДІА України. Ф. 442. Оп. 691. Спр. 237. Ч. 2. Арк. 1–641.

²⁸⁵ Відомості про стан селянських господарств Волинської губернії у 1913 р. // ЦДІА України. Ф. 442. Оп. 712. Спр. 420. Арк. 1–388.

²⁸⁶ Відомості про експлікацію землі і сівозміни в Головківському маєтку за 1917–1918 рр. // ЦДІА України. Ф. 830. Оп. 1. Спр. 145. Арк. 1–12.

²⁸⁷ Сівозміна Маріпольської економії у 1876 р. // ЦДІА України. Ф. 1475. Оп. 1. Спр. 1876. Арк. 1–2

²⁸⁸ Звітність 7-го Харківського маєтку Київського надільного округу за 1904 р. // ЦДІА України. Ф. 500. Оп. 1. Спр. 196. Арк. 1–86.

²⁸⁹ Звітність 7-го Харківського маєтку Київського надільного округу за 1906 р. // ЦДІА України. Ф. 500. Оп. 1. Спр. 242. Арк. 1–234

²⁹⁰ Відомість про валовий збір зернових культур в Україні за 1900–1908 рр. // ЦДІА України. Ф. 2019. Оп. 1. Спр. 353. Ч. 1. Арк. 1–8.

продукції та навколишнього природного середовища набуло подальшого розвитку²⁹¹.

Упродовж 1918–1927 рр. координування як теоретичних, так і практичних основ галузевої науки здійснював створений при НКЗС Сільськогосподарський вчений (науковий) комітет України (СГНКУ)²⁹². У 1920–х роках під його керівництвом на дослідних станціях з метою ефективної боротьби з посухою встановлювали ефективність органічних заходів: ефективного чергування сільськогосподарських культур, чистих і зайнятих парів у сівозмінах²⁹³, кращих попередників²⁹⁴, внесення органічних та мінеральних добрив, раціонального обробітку ґрунту.

Відмічаються наступні етапні здобутки²⁹⁵:

– упродовж 1927–1930 рр. реорганізацію наукового осередку НКЗС УСРР продовжила Науково–консультаційна Рада (НКР). За її координування вирішували важливі проблеми: боротьби з посухою; сільськогосподарського районування; розширення вирощування спеціальних технічних культур; підвищення врожайності сільськогосподарських культур; ефективного землевпорядкування. Проблему підвищення врожайності вирішували із застосуванням комплексу органічних заходів: кращих сортів, мінерального, органічного, зеленого удобрення, ефективного чергування зернових, кормових, просапних культур, раннього і зайнятого парів у сівозмінах, ефективних попередників, раціонального обробітку ґрунту, агротехнічних заходів боротьби із бур'янами, шкідниками, хворобами, післяжнивних посівів у різних ґрунтово–кліматичних умовах УСРР.

–у 1931 р. організовано Всеукраїнську академію сільськогосподарських наук (ВУАСГН), як галузевий науково–методичний і координаційний центр науково–дослідних установ УСРР. У землеробстві відбулось поглиблення лабораторних, аналітичних методів дослідження, які разом з польовими дослідженнями забезпечували вирішення поставлених галузевою наукою завдань. До її здобутків можна віднести розроблення у 1932 р. проблемно–тематичного плану науково–дослідних робіт установ мережі, який був першим в історії сільськогосподарської науки УСРР. Підпорядковані ВУАСГН галузеві

²⁹¹ Заговора О.В. Стан і перспективи робіт в Україні зі створення стійких проти злакових мух сортів зернових культур. Проблеми ентомології в Україні. Київ: Видавництво АН УРСР. 1959. С. 167–169.

²⁹² Накази Міністра земельних справ з особового складу у 1918 р. // ЦДАВО України. Ф. Р-1061. Оп. 1. Спр. 32. Арк. 1–235.

²⁹³ Коваленко Н.П. Особливості організації ведення сівозмін у сільському господарстві УСРР в 20–х роках ХХ століття. Історія науки і біографістика. 2008. №4. URL: http://inb.dnsgb.com.ua/2008-4/08_kovalenko.pdf

²⁹⁴ Листування з Міністерством сільського господарства СРСР та УРСР з питань науково-дослідної роботи // ЦДАВО України. Ф. Р-4759. Оп. 1. Спр. 363. Арк. 1–241.

²⁹⁵ Орехівський В. Д. Становлення та розвиток науково-організаційних основ органічного землеробства в Україні у другій половині ХХ - на початку ХХІ століть : дис. ... д-ра іст. наук : 07.00.07 / Орехівський Володимир Данилович ; Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. с.-г. б-ка. Київ, 2019. 540 с.

наукові установи вирішували проблеми наукового забезпечення для колективних селянських господарств, які займали 5 млн. га території УСРР.

– у 1933 р. ВУАСГН визначено вісім основних напрямів господарювання у спеціалізованих господарствах різних ґрунтовокліматичних зон країни: зернового, цукрово–буряківничого, картопляного, конопляно–льонарського, тютюнового, бавовницького, лікарських рослин, городнього. Рекомендовано застосовувати органічні, мінеральні та бактеріальні добрива (нітрагін) і вапнування кислих та гіпсування солонцюватих ґрунтів.

– у 1935 р. із зростанням ідеологічного тиску та політизації, ВУАСГН, як основу незалежної науки, ліквідували]. Надалі координацію науково–дослідних установ галузі здійснювали: Сектор науково–дослідних установ НКЗС УРСР (1935– 1940, 1941–1945, 1945–1956) і Відділ сільськогосподарських наук АН УРСР (1945–1956). Можна зробити висновок, що координаційними центрами галузевої дослідної справи приділено значну увагу розвитку наукових основ органічних заходів у землеробстві. У першій половині ХХ ст. велике значення для розвитку органічних заходів мала галузева вища освіта, початок розвитку якої сформовано на агрономічному факультеті Київського політехнічного інституту (1921) та на кафедрі загального землеробства Київського сільськогосподарського інституту (1923). Кафедри землеробства відкрили у Харківському інституті сільського господарства і лісівництва та Кам'янець–Подільському (1921), Кримському (1922), Херсонському (1926), Луганському і Полтавському (1928), Білоцерківському (1929) сільськогосподарських інститутах. У 1930 р. створено кафедру ґрунтознавства і землеробства Житомирського, у 1934 р. – кафедри загального землеробства Дніпропетровського, Київського, Харківського сільськогосподарських інститутів. Отже, вітчизняна система галузевої вищої освіти була фактично сформована у довоєнні роки. Основними напрямками науководослідної роботи вищих навчальних закладів були: ефективні багатопільні сівозміни, раціональний обробіток ґрунту і удобрення, запровадження чорного та зайнятих парів, використання післяжнивних посівів та сидеральних культур.

У 1920–х роках на галузевих дослідних станціях розпочато широкомасштабні дослідження використання органічних заходів у землеробстві. Зокрема, на Носівській районній дослідній станції під керівництвом С.П. Кулжинського встановлено використання підсівних та післяжнивних культур у сівозмінах для Чернігівської області та Придніпровської низовини²⁹⁶. На Поліській крайовій сільськогосподарській дослідній станції визначено ефективність: органічного, зеленого та мінерального удобрення, зайнятих парів, післяжнивних та післяукісних культур, чергування культур у сівозмінах, попередників, обробітку ґрунту. Доведено ефективність вирощування люпину та серадели з внесенням калійних

²⁹⁶ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

добрив²⁹⁷. В умовах достатнього зволоження на Сумській дослідній станції високі врожаї забезпечило вирощування післяжнивних посівів гірчиці білої, ріпи та бобово-вівсяної сумішки; на Чернігівській дослідній станції – післяжнивних посівів бобово-злакових сумішок однорічних культур і сорго²⁹⁸.

На Харківській крайовій сільськогосподарській дослідній станції для Харківської області встановлено раціональний обробіток ґрунту і удобрення, визначено ефективність впровадження чистого і зайнятого парів²⁹⁹, попередників³⁰⁰. На Катеринославській крайовій сільськогосподарській дослідній станції розроблено агротехнічні заходи боротьби з бур'янами. На Одеській крайовій сільськогосподарській дослідній станції для Одеської області розроблено ефективну структуру посівних площ з вирощуванням різних біологічних груп культур³⁰¹.

Основними здобутками Полтавської сільськогосподарської дослідної станції під керівництвом В.І. Сазанова стало³⁰² визначення ефективних заходів боротьби з посухою: нагромадження та зберігання вологи в ґрунті за різних парів із застосуванням зяблевої оранки; дії просапних, бобових і широколистих попередників; застосування багатопільних польових, кормових, лукопасовищних, овочевих сівозмін.

На Миронівській дослідній станції³⁰³ І. Ліндеман розширив дослідження ефективного застосування мікробіологічного методу захисту рослин, зокрема зараження бурякових довгоносиків зеленою та червоною мускардиною. Упродовж 1930–1940 рр. встановлено ефективність проміжних посівів на зелене добриво³⁰⁴. Важливим була організація галузевих науково-дослідних інститутів, які виконували дослідження ефективності органічних заходів у землеробстві різних ґрунтово-кліматичних умов УСРР. Зокрема, у 1928 р. – Український селекційно-генетичний інститут (м. Одеса), Український науково-дослідний інститут овочівництва і картоплі (м. Харків); у 1929 р. Український

²⁹⁷ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

²⁹⁸ Кузьменко О.С. Проміжні і сумісні посіви на Україні. Київ: Урожай, 1971. 171 с.

²⁹⁹ Крохалев Ф.С. О системах земледелия: исторический очерк. Москва: Сельхозгиз, 1960. 432 с.

³⁰⁰ Кузьменко О.С. Проміжні і сумісні посіви на Україні. Київ: Урожай, 1971. 171 с.

³⁰¹ Кривов В.М. Екологічно безпечне землекористування Лісостепу України. Проблема охорони. Київ: Урожай, 2008. 304 с.

³⁰² Орехівський В. Д. Становлення та розвиток науково-організаційних основ органічного землеробства в Україні у другій половині ХХ - на початку ХХІ століть : дис. ... д-ра іст. наук : 07.00.07 / Орехівський Володимир Данилович ; Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. с.-г. б.-ка. Київ, 2019. 540 с.

³⁰³ Орехівський В. Д. Становлення та розвиток науково-організаційних основ органічного землеробства в Україні у другій половині ХХ - на початку ХХІ століть : дис. ... д-ра іст. наук : 07.00.07 / Орехівський Володимир Данилович ; Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. с.-г. б.-ка. Київ, 2019. 540 с.

³⁰⁴ Суша С.К. Історичні аспекти використання проміжних посівів у кормовиробництві. Історія науки і біографістика. 2013. № 1. URL: <http://inb.dnsgb.com.ua/2013-3/13.pdf>.

науководослідний інститут гідротехніки і меліорації (м. Київ) [232, арк. 8–30]. У період індустріалізації та колективізації за сприяння ВУАСГН було організовано низку вузькогалузевих науково–дослідних інститутів, які визначали ефективність органічних заходів у землеробстві різних ґрунтовокліматичних умов УСРР. Зокрема, у 1930 р. створено відділ землеробства Всесоюзного науково–дослідного інституту кукурудзяно–соргового господарства (м. Дніпропетровськ); у 1931 р. – відділи агротехніки Київського філіалу Українського науково–дослідного інституту агрохімії і ґрунтознавства, Українського науково–дослідного інституту кормів, Всесоюзного науково–дослідного інституту конопель [602, арк. 365]; у 1932 р. – відділ агротехніки Ново–Ушицького опорного пункту з тютюну; 1936 р. – лабораторію землеустрою і сівозмін Українського науководослідного інституту соціалістичного землеробства. Особливе місце в їх діяльності належало побудові раціональних сівозмін для забезпечення підвищення рівня родючості ґрунту та урожайності зернових, кормових і технічних культур; розробленню ефективної системи обробітку ґрунту та удобрення сільськогосподарських культур. До війни з німецькими загарбниками мережа науково–дослідних установ НКЗС УРСР складалася з 10 науководослідних інститутів, 26 дослідних станцій, 16 дослідних полів та 42 опорних пунктів, розташованих у колгоспах УРСР³⁰⁵.

У протилежність травосумішкам багаторічних трав, Д.М. Прянішников рекомендував вирощувати конюшину у зоні достатнього зволоження, люцерну – у районах зрошення, конюшину і еспарцет – на чорноземних ґрунтах, люпин – як зелене добриво в нечорноземній смузі, зернобобові – в усіх ґрунтово–кліматичних умовах країни³⁰⁶.

Теоретичними передумовами системи ґрунтозахисного землеробства стали: ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур, засновані на застосуванні безполицевого обробітку ґрунту, що забезпечували покращання водного і поживного режиму, агрофізичних властивостей ґрунту та захист його від ерозії; захисної ролі рослинності та її післяжнивних решток для збереження ґрунту від руйнування дощовими краплями, поверхневим стоком і пиловими бурями; використання стерні та післяжнивних решток для снігозатримання, поповнення органічної речовини ґрунту і енергетичного матеріалу ґрунтоутворювального процесу^{307 308}.

Велике значення мало посилення ґрунтозахисної ролі рослин і розширеного відтворення родючості ґрунту шляхом внесення органічних та

³⁰⁵ Орехівський В. Д. Становлення та розвиток науково-організаційних основ органічного землеробства в Україні у другій половині ХХ - на початку ХХІ століть : дис. ... д-ра іст. наук : 07.00.07 / Орехівський Володимир Данилович ; Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. с.-г. б-ка. Київ, 2019. 540 с.

³⁰⁶ Прянішников Д.Н. Об удобрении полей и севооборотах: избранные статьи. Москва: Изд. Министерства сельского хозяйства РСФСР, 1962. 254 с.

³⁰⁷ Шикун Н.К. Противозерозионная агротехника. Москва: Знание. 1974. 64 с.

³⁰⁸ Шикун Н.К. Борьба с эрозией и земледелие на склонах. Донецк: Донбасс. 1968. 112 с.

мінеральних добрив; мінімізації обробітку ґрунту з метою зменшення механічного впливу тракторів, ґрунтообробних машин та знарядь³⁰⁹; розроблення системи машин і знарядь для обробітку ґрунту без обертання скиби і посіву на мульчованій післяжнивними рештками поверхні ґрунту³¹⁰; опрацюванні раціональної структури посівних площ та сівозмін³¹¹. Реалізація зазначених заходів при застосуванні системи ґрунтозахисного землеробства забезпечила низку значних переваг порівняно з традиційним землеробством³¹². Зокрема, внаслідок нагромадження на поверхні ґрунту мульчі з рослинних решток та більш розвиненої у верхньому шарі кореневої системи рослин, підвищувалась амортизаційна здатність ґрунту до протидії розпиленню і деформації її машинами та знаряддями, що у свою чергу сприяло поліпшенню агрофізичних властивостей ґрунту³¹³.

Залишення рослинної мульчі сприяло: зменшенню температури ґрунту в спекотну пору року, що добре позначалося на рості та розвитку рослин; збільшенню нагромадження вологи зимових опадів і значному зменшенню випаровування з поверхні ґрунту, що поліпшувало вологозабезпеченість рослин; разом із внесенням органічних добрив – значному покращанню поживного режиму ґрунту, створенню оптимальних умов росту рослин³¹⁴. Плоскорізнні знаряддя значно краще плугів знищували бур'яни, а мобільність технологічних операцій, які вони виконували, дозволяла швидше звільняти ґрунти від потенційної засміченості бур'янами. Поліпшення умов росту і розвитку рослин сприяло підвищенню урожайності культур; широкозахватність та висока продуктивність машин і знарядь для ґрунтозахисного обробітку ґрунту підвищувала продуктивність праці, зменшувала витрати робочого часу, металу, пального та добрив³¹⁵.

Основою теоретичних обґрунтувань системи ґрунтозахисного землеробства з розширеним відтворенням родючості ґрунтів стали багаторічні дослідження кафедри ґрунтознавства і охорони ґрунтів Національного аграрного університету у різних ґрунтово-кліматичних умовах України. Узагальнено досвід з впровадження ґрунтозахисних технологій вирощування культур у господарствах Вінницької, Волинської, Дніпропетровської, Житомирської, Івано-Франківської, Київської, Кіровоградської, Луганської,

³⁰⁹ Моргун Ф.Т. Обработка почвы и урожай. Москва: Колос, 1981. 288 с.

³¹⁰ Моргун Ф.Т. Поле без плуга. Харьков: Прапор, 1982. 344 с

³¹¹ Моргун Ф. Т. Рассказы, поле. Москва: Политиздат, 1983. 382 с

³¹² Безручко И.Н., Мильчевская Л.Я. Справочник по почвозащитному земледелию. Киев: Урожай, 1990. 278 с

³¹³ Шикун М.К., Моргун Ф.Т. Обоснование и эффективность почвозащитной бесплужной системы земледелия. Вестник сельскохозяйственной науки. 1982. №7. С. 84–91

³¹⁴ Моргун Ф.Т. Перепаханные поколения. Белгород: Белгородская облтипография, 1998. 496 с

³¹⁵ Шикун М.К., Антоненко С.С., Андриенко В.О. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві: наукова монографія. Київ: Оранта, 1998. 680 с.

Львівської, Одеської, Полтавської, Сумської, Тернопільської, Харківської, Херсонської, Чернігівської областей³¹⁶.

Упродовж 1950–1960-х років в Українському науково–дослідному інституті соціалістичного землеробства встановлювали ефективність післяжнивних посівів кормових культур у сівозмінах Західного Лісостепу, Полісся та Прикарпаття³¹⁷, в Українській сільськогосподарській академії визначали продуктивність ланок сівозмін залежно від насичення основними культурами, післяжнивними і післяукісними посівами.

В Українському науково–дослідному інституті землеробства і тваринництва західних районів УРСР³¹⁸ вперше для умов Передкарпаття експериментально доведено важливість і ефективність застосування однорічних культур та їх сумішок у проміжних посівах. Встановлено біологічні особливості росту і розвитку злакових та бобових культур при весняному, післяукісному та післяжнивному посіві, визначено позитивний вплив озимих і післяжнивних посівів на урожайність наступних культур сівозміни завдяки збагаченню ґрунту органікою поверхневих та кореневих решток і поліпшення його фізичних властивостей.

Координаційно–методичною комісією отримані висновки про кращі зернобобові попередники для озимої пшениці, кукурудзи, цукрових буряків, картоплі, льону–довгунця, тютюну і махорки та про терміни використання багаторічних бобових трав у польових сівозмінах; встановлено значення багаторічних трав, сидеральних сівозмін, органо–мінеральних систем удобрення для підвищення родючості ґрунту і урожайності сільськогосподарських культур³¹⁹. Значну увагу приділено застосуванню післяжнивних та післяукісних посівів; багатопільних сівозмін травопільної системи землеробства з використанням сумішок бобовозлакових багаторічних трав; протиерозійних заходів та ґрунтозахисних систем землеробства зі смуговим розміщенням багаторічних трав³²⁰.

В Українському науково–дослідному інституті землеробства розроблено науково обґрунтовану систему удобрення у сівозмінах з ефективним використанням органо–мінеральних, бактеріальних і вапняних добрив. Встановлено дію мікроелементів на величину і якість сільськогосподарської

³¹⁶ Шикуча М.К., Антоненко С.С., Андрієнко В.О. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві: наукова монографія. Київ: Оранта, 1998. 680 с.

³¹⁷ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

³¹⁸ Орехівський В. Д. Становлення та розвиток науково-організаційних основ органічного землеробства в Україні у другій половині XX - на початку XXI століть : дис. ... д-ра іст. наук : 07.00.07 / Орехівський Володимир Данилович ; Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. с.-г. б-ка. Київ, 2019. 540 с.

³¹⁹ Народа працівників сільськогосподарської науки України 11– 12 травня 1961 р. Вісник сільськогосподарської науки. 1962. №7. С. 3–20

³²⁰ Коваленко Н.П. Наукові основи становлення та розвитку землеробства в Україні. Вісник аграрної науки. 2017. Спеціальний випуск (травень). С. 60–66.

продукції та родючість ґрунту у сівозмінах, що забезпечило підвищення врожайності й поліпшення якості урожаю на 15–20%³²¹. Визначено нагромадження біологічного азоту при вирощуванні бобово–злакових сумішок; встановлено ефективність багаторічних культурних пасовищ на низинних луках та еродованих схилах. Розроблення нових заходів створення високопродуктивних сінокосів і пасовищних угідь покращило родючість ґрунту та підвищило урожайність багаторічних бобових трав у 2–3 рази. Український науково–дослідний інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського розробив наукові основи підвищення родючості ґрунту, ґрунтозахисні сівозміни, заходи боротьби з вітровою та водною ерозією і меліорації земель.

Значну увагу вчених науково–дослідних установ УРСР було приділено дослідженню застосування соломи на добриво. Ними започатковано системні дослідження з ефективною взаємодією раціональних заходів у землеробстві Степу УРСР – різних систем сівозмін, удобрення (біологічна, органічна, органо–мінеральні з різними рівнями удобрення та із загортанням у ґрунт соломи і післяжнивних решток, мінеральна), полицевого та безполицевого обробітку ґрунту на формування продуктивності сільськогосподарських культур і відтворення родючості ґрунту³²². Встановлено ефективність внесення соломи, як біологічного заходу для отримання якісної екологічно чистої сільськогосподарської продукції³²³.

У Лісостепу УРСР визначено³²⁴ ефективність способів біологізації сівозмін з використанням соломи зернових культур та післяжвної гірчиці білої на зелене добриво, ефективне застосування зяблевого обробітку ґрунту у поєднанні з органічним удобренням у багатопільних сівозмінах.

У 1970–х роках в науково–дослідному інституті кормів встановлено³²⁵ кормову продуктивність різних видів проміжних культур (капустяних – перко, суріпиці, ріпаку, злаково–бобових сумішок жита, пшениці та тритікале з викою озимою) у поєднанні з посівом основної культури сівозміни – кукурудзи на зелений корм та силос. Упродовж 1981–1995 рр. встановлено ефективне вирощування сумішок ярого жита з проміжними культурами: гірчицею білою та редькою олійною; пізніх ярих культур у сумісних посівах з післяукісною

³²¹ Коваленко Н. П. Науково–організаційна діяльність Координаційно–методичної ради УАСГН, МСГ УРСР, ПВ ВАСГНІЛ та УААН з проблем сівозмін у системах землеробства України (1956–2010 р.). Київ: ФОП Корзун Д. Ю., 2011. 90 с.

³²² Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково–організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан–ЛТД», 2014. 490 с.

³²³ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково–організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан–ЛТД», 2014. 490 с.

³²⁴ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково–організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан–ЛТД», 2014. 490 с.

³²⁵ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково–організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан–ЛТД», 2014. 490 с.

соєю. Заснування ПВ ВАСГНІЛ позитивно вплинуло на науковоорганізаційні процеси досліджень раціональних заходів у землеробстві.

За роки існування ПВ ВАСГНІЛ досягло успіхів у напрямі біологізації польових сівозмін шляхом їх насичення зернобобовими і сидеральними культурами, багаторічними бобовими травами, післяжнивними та післяукісними посівами³²⁶. У 1980–х роках розроблено комплексний план впровадження у господарствах УРСР кормових сівозмін з вирощуванням багаторічних бобових трав та їх сумішок для підвищення родючості ґрунту і забезпечення достатнього виробництва кормів. Упродовж 1970–1990 рр. під керівництвом ПВ ВАСГНІЛ науководослідними установами розроблено та впроваджено у виробництво ефективні системи землеробства з елементами біологізації для різних ґрунтовокліматичних умов УРСР³²⁷. Зокрема, для зони Степу опрацьовано: паро–просапні сівозміни у посушливих районах та у полях з високою засміченістю гірчаком рожевим – із застосуванням чорного пару, у зволжених районах – із зайнятими парами; для зони Лісостепу – ґрунтозахисні сівозміни з багаторічними бобовими травами і зайнятими парами; для зони Полісся на піщаних ґрунтах – сидеральні сівозміни з 177 посівом люпину на корм та зелене добриво; на малопродуктивних кормових угіддях і заплачних землях – лучні сівозміни з багаторічними бобовими травами та їх сумішками.

Розроблення та удосконалення наукових основ біологізації землеробства з врахуванням ґрунтово–кліматичних умов УРСР здійснювали у вищих навчальних закладах. Зокрема, на кафедрі загального землеробства Української сільськогосподарської академії для Лісостепу та Полісся розроблено і впроваджено ефективні польові сівозміни з вирощуванням багаторічних бобових трав та сидеральних культур і використанням післяжнивних та післяукісних посівів³²⁸.

Для зони Степу на кафедрі рослинництва і селекції Дніпропетровського сільськогосподарського інституту опрацьовано ефективні системи органо–мінерального удобрення та обробітку ґрунту у зерно–просапних сівозмінах; кафедрі землеробства Луганського сільськогосподарського інституту – ефективне вирощування післяжнивних і післяукісних культур у зерно–парових сівозмінах із зайнятими парами; кафедрі загального землеробства Одеського

³²⁶ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

³²⁷ Коваленко Н. П. Науково-організаційна діяльність Координаційно-методичної ради УАСГН, МСГ УРСР, ПВ ВАСГНІЛ та УААН з проблем сівозмін у системах землеробства України (1956–2010 р.). Київ: ФОП Корзун Д. Ю., 2011. 90 с.

³²⁸ Коваленко Н.П. Розвиток та удосконалення сівозмін для умов недостатнього зволоження України: історична ретроспектива. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава. 2012. № 4. С. 27–33.

сільськогосподарського інституту – ефективного заорювання побічної продукції у зерно–парових сівозмінах з чорним та зайнятими парами³²⁹.

Для зони Лісостепу на кафедрі землеробства Білоцерківського сільськогосподарського інституту розроблено³³⁰ ефективне застосування органо–мінеральної системи удобрення і раціонального обробітку ґрунту у польових сівозмінах з вирощуванням зернобобових культур; Львівського сільськогосподарського інституту – багаторічних бобових трав та їх сумішок у кормових сівозмінах; Уманського сільськогосподарського інституту – післяжнивних і післяукісних посівів у зерно–бурякових сівозмінах; Харківського сільськогосподарського інституту – науково обґрунтованих сівозмін з багаторічними бобовими травами; Кам’янець–Подільського сільськогосподарського інституту – поєднання внесення органічних та мінеральних добрив; Полтавського сільськогосподарського інституту – зайнятих парів у сівозмінах³³¹.

Науковцями встановлено, що у зоні Степу з напівсухим та сухим кліматом, де забезпечення теплом вище за середній рівень, ефективним було вирощування таких сидератів: озимого жита, озимої пшениці, озимого ріпаку, хрестоцвітих культур, бобово–злакових сумішок, кукурудзи, соняшника, суданської трави, сорго тощо³³². Вчені опрацювали енергозберігаючі, ґрунтозахисні способи обробітку ґрунту для отримання екологічно–чистої продукції^{333 334}; удосконалили технології вирощування сільськогосподарських культур у зрошуваних сівозмінах з основними та проміжними посівами розробили адаптовані до посушливих умов системи землеробства, що забезпечували екологічно обґрунтоване природокористування, збереження родючості ґрунтів та оздоровлення навколишнього середовища на зрошуваних і

³²⁹ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток теоретикометодологічних основ сівозмін у системах землеробства України в ХІХ–ХХ столітті. Гілея: науковий вісник. Київ. 2013. Вип. 79 (№12). С. 23–26.

³³⁰ Орехівський В. Д. Становлення та розвиток науково-організаційних основ органічного землеробства в Україні у другій половині ХХ - на початку ХХІ століть : дис. ... д-ра іст. наук : 07.00.07 / Орехівський Володимир Данилович ; Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. с.-г. б-ка. Київ, 2019. 540 с.

³³¹ Орехівський В. Д. Становлення та розвиток науково-організаційних основ органічного землеробства в Україні у другій половині ХХ - на початку ХХІ століть : дис. ... д-ра іст. наук : 07.00.07 / Орехівський Володимир Данилович ; Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. с.-г. б-ка. Київ, 2019. 540 с.

³³² Сайко В.Ф., Бойко П.І. Сівозміни у землеробстві України: рекомендації. Київ: Аграрна наука, 2002. 146 с.

³³³ Сівозміни – основа інтенсифікації землеробства. За ред. О.О. Собка. Київ: Урожай, 1985. 296 с.

³³⁴ Вергунов В.А., Коваленко Н.П., Коваленко С.Д. Календар знаменних і пам’ятних дат в історії сільськогосподарської дослідної справи України на 2016 рік. НААН, ННСГБ; Інститут історії аграрної науки, освіти та техніки; за наук. ред. В.А. Вергунова. Київ: ФОП Корзун Д.Ю., 2015. 250 с

неполивних землях; встановили екологічно безпечні системи зрошуваного землеробства для сухого Південного Степу України³³⁵.

Однією з основних ланок в інноваційних технологіях органічного землеробства стало науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур у сівозмінах, як один найефективніших, економічно, енергетично та екологічно вигідних та безпечних заходів^{336 337}.

Із сівозмінами пов'язувався і базувався на їх основі весь комплекс заходів, що застосовували в органічному землеробстві.

При впровадженні науково обґрунтованих сівозмін продуктивніше використовувались угіддя, добрива, краще реалізувались потенційні можливості сортів, знижувалась забур'яненість, зменшувалась дія шкідників та хвороб у посівах сільськогосподарських культур³³⁸. Для кращого нагромадження поживних речовин у ґрунті в сівозмінах вирощували бобові культури та їх сумішки, важливим було використання сидеральних культур на зелене добриво³³⁹. Зазначені заходи позитивно впливали на стан навколишнього середовища, відкривали додаткові можливості збільшення отримання екологічно чистої продукції при зменшенні витрат на її виробництво³⁴⁰. Особливого значення набуло розроблення і запровадження системи органічного удобрення культур у сівозмінах з використанням на добриво зеленої маси та побічної продукції сільськогосподарських культур³⁴¹. Для посушливого Південного Степу України науково обґрунтовано і апробовано інноваційну технологію підготовки сидерального пару³⁴². За цією технологією надземну

³³⁵ Коваленко Н.П. Пріоритетні напрями діяльності наукової школи з удосконалення теоретичних і методологічних основ зрошуваного землеробства в Україні. Часопис української історії. 2018. Вип. 37. С. 132–138.

³³⁶ Бойко П.І. Біологічна та екологічна роль сівозмін у землеробстві. Київ: Знання, 1990. 48 с.

³³⁷ Заключний звіт за 2011–2013 рр. про виконання НТП «Органічне виробництво сільськогосподарської продукції» на тему: «Розробити інноваційні технології конкурентоспроможного органічного виробництва продукції рослинництва в Південному Степу України (Одеська область)» // Науковий архів Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН. 2013. 94 арк.

³³⁸ Юркевич Є.О., Коваленко Н.П., Бакума А.В. Агробіологічні основи сівозмін Степу України: монографія. Одеса: Одеське видавництво «ВМВ», 2011. 240 с.

³³⁹ Писаренко В.М., Писаренко П.В., Пономаренко С.В. Органічне землеробство для приватного сектора. Полтава, 2017. 140 с.

³⁴⁰ Бегей С.В., Шувар І.А. Екологічне землеробство. Львів: Новий світ – 2000, 2007. 432 с.

³⁴¹ Короткий звіт за 2012 р. про виконання НТП «Органічне виробництво сільськогосподарської продукції» на тему: «Розробити інноваційні технології конкурентоспроможного органічного виробництва продукції рослинництва в Південному Степу України (Одеська область)» // Науковий архів Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН. 2012. 34 арк.

³⁴² Заключний звіт за 2011–2015 рр. про виконання НТП «Наукові основи раціонального використання, охорони і управління якістю ґрунтів для забезпечення сталої родючості» на тему: «Розробити систему оптимізації мінерального живлення рослин на основі ґрунтово-рослинної діагностики та інформаційно-аналітичну систему управління технологічними процесами вирощування сільськогосподарської продукції високої якості в умовах Південного Степу

біомасу не заорювали, як у класичному варіанті, а подрібнювали дисковими знаряддями і частково перемішували з поверхневим шаром ґрунту, що надійно захищало ґрунт від водної ерозії і частково від фізичного випаровування вологи

³⁴³

Результати експериментальних досліджень ефективності парів у п'ятипільних сівозмінах підтвердили, що вика озима на сидерат сформувала урожайність надземної зеленої маси 32,3 т/га, горох у однокомпонентному посіві – 14,1, горох у сумішці з гірчицею білою – 5,2, гірчиця біла у сумішці з горохом – 13,2, сумішка гороху з гірчицею білою – 18,4 т/га³⁴⁴. Вика озима за врожайністю перевищувала горох в однокомпонентному посіві у 2,3 рази, горох у сумішці з гірчицею білою – у 6,2 рази, гірчицю білу у сумішці з горохом – у 2,4 рази, сумішку гороху з гірчицею білою – у 1,8 рази. За аналізом хімічного складу зеленої маси культур, які займали пару, найвищий вміст азоту відмічено у посівах вики озимої, дещо менший у посівах гороху та гірчиці білої. Рослини гороху в сумішці з гірчицею білою пригнічувались і формували у 2,5 рази меншу вагу біомаси, але відсоток вмісту азоту збільшувався порівняно з горохом однокомпонентним³⁴⁵.

Зазначене явище зумовлювалось тим, що гірчиця біла збільшувала вміст доступних форм фосфору в ґрунті, які частково використовувались горохом, що сприяло зростанню вмісту азоту в біомасі цієї культури. Найбільший вміст азоту нагромаджувала вика озима – 197 330 кг/га, сумішка гороху з гірчицею білою – 137 кг/га, горох – 91 кг/га³⁴⁶. Отже, сумішка гороху з гірчицею білою мала найкращий показник за нагромадженням фосфору. Надлишок азоту після сидерального пару призводив до переростання вегетативної маси озимої пшениці, тобто збільшення кущення, яке в умовах посухи не забезпечувалось вологою, внаслідок чого зменшувалась її урожайність. Наявність гумусу у ґрунті був основним критерієм формування урожайності сільськогосподарських

України» // Науковий архів Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН. 2015. 136 арк.

³⁴³ Заключний звіт за 2014–2015 рр. про виконання НТП «Органічне виробництво сільськогосподарської продукції» на тему: «Удосконалення інноваційних технологій органічного виробництва продукції рослинництва в Південному Степу України (Одеська область)» // Науковий архів Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН. 2015. 93 арк.

³⁴⁴ Цандур М.О., Друз'як В.Г., Янюк Н.А., Харіпончук Т.І. Зайняті пару як базовий елемент органічного землеробства. Вісник аграрної науки. 2014. №9. С. 5–9.

³⁴⁵ Заключний звіт за 2014–2015 рр. про виконання НТП «Органічне виробництво сільськогосподарської продукції» на тему: «Удосконалення інноваційних технологій органічного виробництва продукції рослинництва в Південному Степу України (Одеська область)» // Науковий архів Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН. 2015. 93 арк.

³⁴⁶ Короткий звіт за 2012 р. про виконання НТП «Органічне виробництво сільськогосподарської продукції» на тему: «Розробити інноваційні технології конкурентоспроможного органічного виробництва продукції рослинництва в Південному Степу України (Одеська область)» // Науковий архів Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН. 2012. 34 арк.

культур. Гумус відновлювався за рахунок органічних речовин складною трансформацією. За органічного виробництва в посушливому Південному Степу України до органічних речовин належали гній, солома, кореневі і поверхневі рештки, зелена маса сидеральних культур³⁴⁷. За результатами розрахунку балансу гумусу, у сівозміні з чорним паром новоствореного гумусу нагромаджувалась незначна кількість, оскільки у полі чорного пару спостерігали мінералізацію гумусу 2,0 т/га, а за рахунок внесення соломи озимої пшениці нагромаджувалось 5,0 т/га, але мінералізувалось 2,5 т/га, і в ґрунті залишалось лише 0,5 т/га³⁴⁸. Цей показник збільшувався, якщо підвищувалась урожайність озимої пшениці, однак, зменшувався, якщо не було забезпечено поповнення ґрунту поживними речовинами³⁴⁹. У сівозміні з зайнятим паром сумішкою гороху і гірчиці білої баланс гумусу був позитивним, але новоутвореного гумусу нагромаджувалась менша кількість, ніж у сівозміні з сидеральним паром³⁵⁰. Сівозміна з горохом на зерно мала незначний позитивний баланс гумусу, що був у 3,8 раза меншим, ніж у сівозміні з сумішкою гороху і гірчиці білої. Отже, за балансом гумусу найкращою виявилась сівозміна із сидеральним паром, де спостерігали підвищення родючості ґрунту. На початку ХХІ ст. стан господарювання в аграрному секторі вимагав контролювання та регулювання балансу елементів живлення рослин. Адже дослідження балансу поживних речовин сприяло складанню уявлення про спрямованість сучасного ґрунтоутворювального процесу під впливом інноваційних технологій в органічному землеробстві. Тому другим важливим критерієм формування урожайності сільськогосподарських культур став баланс поживних речовин і передусім баланс азоту. Розрахунок цього макроелемента свідчив про те, що у сівозміні з сидеральним паром баланс азоту був позитивний і становив 341,9 кг/га. У сівозміні з сумішкою гороху і гірчиці білої позитивний баланс азоту становив лише 43,9 кг/га, що був майже у 8 разів меншим порівняно з сівозміною із сидеральним паром.

Таким чином, за критерієм балансу азоту, кращою виявилась сівозміна із сидеральним паром з викою озимою та зайнятим паром із сумішкою гороху та гірчиці білої. Сівозміни з чорним паром і горохом на зерно мали негативний

³⁴⁷ Цандур М.О., Друз'як В.Г., Янюк Н.А., Харіпончук Т.І. Зайняті пару як базовий елемент органічного землеробства. Вісник аграрної науки. 2014. №9. С. 5–9.

³⁴⁸ Цандур М., Друз'як В. Сила сидерального пару в Степу. The Ukrainian Farmer. 2015. №3. С. 132–134.

³⁴⁹ Короткий звіт за 2014 р. про виконання НТП «Органічне виробництво сільськогосподарської продукції» на тему: «Удосконалення інноваційних технологій органічного виробництва продукції рослинництва в Південному Степу України (Одеська область)» // Науковий архів Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН. 2014. 38 арк.

³⁵⁰ Заключний звіт за 2011–2013 рр. про виконання НТП «Органічне виробництво сільськогосподарської продукції» на тему: «Розробити інноваційні технології конкурентоспроможного органічного виробництва продукції рослинництва в Південному Степу України (Одеська область)» // Науковий архів Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН. 2013. 94 арк.

баланс азоту. Розрахунок балансу фосфору засвідчив, що у всіх сівозмінах створювався позитивний баланс цього макроелемента з використанням соломи озимої пшениці на органічне добриво³⁵¹. Водночас мікроорганізми для трансформації соломи в поживні елементи забезпечували мінеральним азотом шляхом застосування біодеструкторів стерні. Зазначені біодеструктори використовували для оброблення стерні зернових культур, інших рослинних решток та ґрунту після збирання урожаю сільськогосподарських культур. З їх використанням прискорювалось розкладання рослинних решток та утворення гумусу, мінералізація азоту, фосфору, калію та інших елементів живлення рослин; знищувались патогенні організми, які потрапляли у ґрунт через рослинні рештки; збільшувалось утримання ґрунтом снігу та продуктивної вологи; підвищувалась родючість ґрунту та урожайність сільськогосподарських культур на 10–30%³⁵². Такі біодеструктори склалися з продуцентів целюлози та інших ферментів, що розкладали рослинні рештки; природних азотфіксуючих бактерій; фунгіцидних бактерій широкого спектру дії; фосфатмобілізуєчих та каліймобілізуєчих ґрунтових бактерій; іншої корисної мікрофлори (молочнокислі бактерії); фітогормонів, вітамінів, 199 амінокислот, макроелементів і мікроелементів, що широко використовували в органічному землеробстві.

Вченими встановлено, що внесення соломи було важливим джерелом вуглецю для утворення в ґрунті гумусу і вуглекислоти для повітряного живлення рослин, покращувало поглинальну та водостримувальну здатність ґрунту, робило його більш стійким до водної та вітрової ерозії, послаблювало руйнівну дію механізмів на структуру³⁵³. Із внесенням органічних речовин посилювалась фіксація атмосферного азоту, ґрунт поповнювався гумусом, вітамінами та іншими фізіологічно активними речовинами. Удобрення соломою не вимагало змін у технологіях вирощування сільськогосподарських культур і забезпечувало отримання додатково 20–25 крб./га чистого прибутку³⁵⁴.

З метою зменшення забруднення навколишнього середовища для умов Степу України вченими науково–дослідних установ визначено ефективність

³⁵¹ Заключний звіт за 2011–2013 рр. про виконання НТП «Органічне виробництво сільськогосподарської продукції» на тему: «Розробити інноваційні технології конкурентоспроможного органічного виробництва продукції рослинництва в Південному Степу України (Одеська область)» // Науковий архів Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН. 2013. 94 арк.

³⁵² Короткий звіт за 2016 р. про виконання НТП «Розробити наукові засади збалансованого використання ґрунтових ресурсів, прогноз розвитку та управління відтворенням родючості ґрунтів як основи сталого розвитку України» на тему: «Розробити нові способи оптимізації мінерального живлення сільськогосподарських культур для одержання продукції високої якості та відновлення родючості ґрунтів степової зони України» // Науковий архів Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН. 2016. 33 арк.

³⁵³ Годовой отчет о научно-исследовательской работе кафедры общего земледелия за 1981 г. // Державний архів Одеської області. Ф. Р-4727. Оп. 3. Спр. 2974. Арк. 1–18

³⁵⁴ Годовой отчет о работе кафедры общего земледелия за 1979/1980 год // Державний архів Одеської області. Ф. Р-4727. Оп. 3. Спр. 2575. Арк. 1–18

застосування органічного землеробства з використанням рослинних решток та побічної продукції, гною, бобових культур, сидератів, різноманітних органічних відходів несільськогосподарського походження, мінімального механічного обробітку ґрунту, агротехнічних і біологічних методів захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників, що становить основу органічного землеробства³⁵⁵. Важливим стало внесення побічної продукції – соломи зернових та зернобобових культур, стебел кукурудзи і соняшника, 210 гички цукрових буряків тощо³⁵⁶. При внесенні у ґрунт, солома поліпшувала його фізико-хімічні властивості, була ефективним засобом боротьби з водною та вітровою ерозією, покращувала структуру орного шару і зменшувала випаровування вологи³⁵⁷. Науковцями з'ясовано, що в посушливих умовах непродуктивні втрати вологи із внесенням соломи зменшувались майже вдвічі, а при достатньому зволоженні – втричі; поліпшувався температурний режим, агрофізичний стан, агрохімічні та біологічні показники ґрунту; істотно підвищувалась ефективність дії мінеральних добрив³⁵⁸. Урожайність сільськогосподарських культур за таких екстремальних умов лише внаслідок внесення соломи підвищувалась на 20–25%. Загортання соломи помітно впливало на співвідношення мікробіологічних процесів мобілізації та іммобілізації азоту в бік переваги останнього, у результаті чого більша частина внесеного азоту закріплювалась у ґрунті в органічній формі. Тривале використання соломи збільшувало вміст у ґрунті рухомих форм фосфору, оскільки в результаті її мінералізації утворювалась вугільна кислота, яка переводила важкодоступні форми фосфору в легкодоступні. У ґрунті створювались сприятливі умови: збільшувалась інтенсивність розмноження целюлозоруйнівної мікрофлори, вільноживучих та симбіотичних азотфіксаторів, амоніфікаторів, а також підвищувалась загальна біологічна активність ґрунту. Застосування соломи у поєднанні з азотними добривами активізувало амоніфікуючу і знижувало нітрифікуючу здатність ризосфери³⁵⁹. Вченими встановлено, що одним з основних рослинних добрив в органічному землеробстві стало внесення подрібненої соломи, яка сприятливо діяла на ґрунт та ріст і розвиток сільськогосподарських культур: зберігала вологу в ґрунті;

³⁵⁵ Коваленко Н. П. Удосконалення екологічно збалансованих сівозмін з використанням післяукісних та післяжнивних посівів. Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства: зб. тез III Міжвузівської наук. конференції з міжнародною участю Уманського національного університету садівництва. Умань. 2012. С. 34–36

³⁵⁶ Бойко П.І., Бородань В.О., Коваленко Н.П. Екологічно збалансовані сівозміни – основа біологічного землеробства. Вісник аграрної науки. 2005. №2. С. 9–13.

³⁵⁷ Бойко П.І. Біологічна та екологічна роль сівозмін у землеробстві. Київ: Знання, 1990. 48 с

³⁵⁸ Юркевич Є.О., Коваленко Н.П., Бакума А.В. Агробіологічні основи сівозмін Степу України: монографія. Одеса: Одеське видавництво «ВМВ», 2011. 240 с.

³⁵⁹ Коваленко Н. П. Удобрення соломою – основний елемент екологізації сівозмін XXI століття. Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення: матеріали Міжнар. конференції Інституту агроєкології і природокористування НААН, Подільського державного аграрно-технічного університету. Кам'янець-Подільський. 2012. С. 6–8.

зменшувала кількість бур'янів; запобігала перегріву ґрунту влітку і промерзання взимку; допомагала запобігти потраплянню бризок з ґрунту на рослини при поливі і дощі, що містили збудників хвороб; запобігала ерозії ґрунту та утворенню ґрунтової кірки, що поліпшувало всмоктування води в ґрунт; зберігала рихлість ґрунту³⁶⁰.

Важливу роль вченими приділено дослідженню вирощування сидеральних культур на зелене добриво, як одного з важливих елементів органічних технологій, що підвищує родючість ґрунту та урожайність сільськогосподарських культур. Науковцями встановлено, що розкладаючись сидерати утворювали мінеральні речовини (азот, фосфор, калій, кальцій)³⁶¹, при цьому у приземний шар виділявся діоксид вуглецю, необхідний для фотосинтезу рослин³⁶². Сидеральні культури містили у своєму складі всі необхідні рослинам елементи живлення, були джерелом життєдіяльності та енергії для розвитку ґрунтових мікроорганізмів і незамінними запасами органічних речовин для підтримання родючості ґрунту³⁶³. Їх застосування на 20–30% підвищувало ефективність мінеральних добрив, зменшувало післядію несприятливих погодних умов, у проміжних посівах у середньому воно було еквівалентне 30–40 т гною³⁶⁴. Поживні речовини, що містились у зеленому добриві, звільнялися поступово, сприяючи гармонійному живленню рослин; із заорюванням бобових культур зменшували норму внесення азотних добрив³⁶⁵. Вченими з'ясовано, що у зоні Полісся з достатнім зволоженням і середньою забезпеченістю теплом добре поєднувались різні форми зелених добрив у вигляді покривних, післяжнивних і озимих проміжних культур³⁶⁶. Тут рекомендовано вирощувати наступні сидеральні культури: люпин, буркун, середелу, райграс, овес, озиме жито, озимий ріпак, суріпицю та всі хрестоцвіті: фацелію, вику, пелюшку, редьку олійну³⁶⁷. У зоні Лісостепу при вирощуванні післяжнивних сидератів, таких як горох, овес, ріпак, ефективними були полезахисні смуги та здійснення снігозатримання, що сприяло нагромадженню

³⁶⁰ Юркевич Є.О., Коваленко Н.П., Бакума А.В. Агробіологічні основи сівозмін Степу України: монографія. Одеса: Одеське видавництво «ВМВ», 2011. 240 с.

³⁶¹ Бойко П.І., Коваленко Н.П. Як правильно вибрати та використати сидерат. Пропозиція. 2017. №1. С. 104–107.

³⁶² Бегей С.В., Шувар І.А. Екологічне землеробство. Львів: Новий світ – 2000, 2007. 432 с.

³⁶³ Бойко П.І., Коваленко Н.П. Історичні і сучасні досягнення у вивченні та впровадженні систем землеробства і сівозмін. Агроном. Київ. 2005. №3. С. 78–81.

³⁶⁴ Коваленко Н. П. Історичні аспекти зародження і розвитку наукових знань про сидеральні сівозміни. Сільський господар. Львів. 2012. №11–12. С. 27–33.

³⁶⁵ Бойко П.І., Коваленко Н.П. Методика сучасних і перспективних досліджень у землеробстві. Вісник аграрної науки. 2008. №2. С. 11–17.

³⁶⁶ Бердников А.М. Зеленое удобрение – биологизация земледелия, урожай. Чернигов: Черниговское НПО Элита, 1992. 192 с.

³⁶⁷ Волкогон В.В. Біологічна меліорація ґрунтів. Традиційне і нове. Сільськогосподарська мікробіологія. 2011. Вип. 13. С. 7–22.

вологи у ґрунті³⁶⁸. За результатами багаторічних досліджень вченими встановлено, що вирощування сидеральних культур на зелене добриво забезпечувало збагачення ґрунту органічними компонентами, азотом, фосфором, калієм і кальцієм, що утворювався внаслідок розкладання кореневої системи; розпушування та поліпшення структури ґрунту, а також водного і повітряного режимів; покращання здатності утримання води в ґрунті внаслідок збагачення його органічними речовинами; активізацію діяльності корисних мікроорганізмів; запобігання розвитку шкідливих організмів, захищаючи їх від хвороб³⁶⁹. Відбувалось пригнічення розвитку шкідливих організмів; зменшення антропогенного і техногенного навантаження на агрофітоценоз; поліпшення екологічного стану навколишнього природного середовища^{370 371}.

Академік УАСГН П.А. Власюк визначив ефективність поєднання гною і мінеральних добрив у припосівному та в основному удобренні³⁷²; професор М.Г. Городній встановив ефективне застосування органічних і мінеральних добрив у спеціалізованих сівозмінних; професор М.М. Городній визначив ефективну систему удобрення з елементами біологізації³⁷³; професор М.К. Шикуча розробив ґрунтозахисну систему землеробства з контурно-меліоративною організацією території, здійснив побудову ґрунтозахисних сівозмін для захисту ґрунтів від ерозії³⁷⁴. Професори І.В. Веселовський, В.П. Гудзь, В.І. Мойсеєнко встановили ефективність вирощування сумісних посівів кукурудзи і кормових бобів на силос та кормового люпину³⁷⁵, редьки олійної з вівсом і горохом³⁷⁶; визначили ефективні способи зяблевого обробітку ґрунту в

³⁶⁸ Гангур В.В., Коваленко Н.П. Ефективне розміщення зернових культур у сівозмінних Лісостепу. Вісник аграрної науки. Київ. 2003. №4. С. 35–37.

³⁶⁹ Бомба М.Я., Періг Г.Т., Рижук С.М. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології. Київ: Урожай, 2003. 400 с

³⁷⁰ Вербин А.А. Очерки по развитию отечественной агрономии – введение в агрономию. Москва: Советская наука, 1958. 262 с.

³⁷¹ Сайко В.Ф., Бойко П.І. Сівозміни у землеробстві України: рекомендації. Київ: Аграрна наука, 2002. 146 с.

³⁷² Науковий звіт факультету ґрунтознавства і агрохімії Української сільськогосподарської академії за 1962 р. // ЦДАВО України. Ф. Р-27. Оп. 20. Спр. 191. Арк. 1–309

³⁷³ Звіт про науково-дослідну роботу Національного аграрного університету на тему: «Розробити способи одержання та використання нових видів добрив з високими агрохімічними властивостями в біологічному та інтенсивному землеробстві» за 1992–1995 рр. // Науковий архів ННСГБ НААН. Оп. 2. Спр. 10. Арк. 1–56.

³⁷⁴ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

³⁷⁵ Науковий звіт про виконання тематичного плану науководослідних робіт агрономічного факультету Української сільськогосподарської академії за 1962 р. // ЦДАВО України. Ф. Р-27. Оп. 20. Спр. 184. Арк. 1–320.

³⁷⁶ Звіт про науково-дослідну роботу Національного аграрного університету на тему: «Розробка та освоєння наукових основ інтенсивних систем нормативного землеробства Лісостепу України» за 1992–1995 рр. // Науковий архів ННСГБ НААН. Оп. 2. Спр. 8. Арк. 1–104.

поєднанні з органічним удобренням у багатопільних зерно–бурякових сівозмiнах³⁷⁷; виявили ефективність вирощування багаторічних трав та їх сумішок у кормових сівозмiнах³⁷⁸.

Отже, на початку ХХІ ст. для розвитку органічних технологій в Україні важливим став ґрунтово–екологічний підхід, який поєднував інтенсивні і біологічні чинники землеробства та був спрямований на забезпечення раціонального використання земельних ресурсів, охорони ґрунтів та навколишнього середовища. Велике значення вченими вищих навчальних закладів і науково–дослідних установ приділено встановленню ефективності екологічно збалансованих сівозмiн у поєднанні з використанням рослинних решток, гною, бобових культур, сидератів, різноманітних органічних відходів несільськогосподарського походження, мінімального механічного обробітку ґрунту, агротехнічних і біологічних методів захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників, що стало основою екологічного підходу до ведення органічного землеробства³⁷⁹. Визначено ефективне впровадження екологічно збалансованих сівозмiн з проміжними (післяукісні та післяжнивні посіви), сидеральними культурами (пелюшка, ярі та озимі форми вики і ріпаку, люпин, редька олійна, гірчиця, амарант тощо) з використанням нетоварної (побічної) рослинної маси, внесення біогумусу, як продукту біологічної ферментації, добрив нового покоління – гуміфікованого компосту³⁸⁰. Науковцями встановлено ефективність внесення органічних добрив – решток рослинного, тваринного, промислового і побутового походження, які зазнали певних перетворень під дією мікроорганізмів. Розкладаючись, вони утворювали мінеральні речовини (азот, фосфор, калій, кальцій та ін.), при цьому у приземний шар виділявся діоксид вуглецю, необхідний для фотосинтезу рослин.

Серед органічних добрив важливими стали: гній, перегній, гноївка, пташиний послід, торф і торфові компости, сапропель, солома, тирса, сидерати, рослинні рештки, біогумус. Органічні добрива містили у своєму складі всі необхідні рослинам елементи живлення, були джерелом життєдіяльності та енергії для розвитку ґрунтових мікроорганізмів для підтримання родючості ґрунту. Науковцями встановлено, що для ефективного застосування органічних

³⁷⁷ План і звіт про науково-дослідну роботу кафедри загального землеробства за 1970 рік // Державний архів м. Київ. Ф. Р-1331. Оп. 11. Спр. 161. Арк. 1–169

³⁷⁸ Звіт про науково-дослідну роботу Національного аграрного університету на тему: «Дослідити еколого-ценотичні особливості природних і культурних фітоценозів та розробити наукові принципи формування високопродуктивних посівів пшениці та природних кормових угідь» за 1992– 1995 рр. // Науковий архів ННСГБ НААН. Оп. 2. Спр. 20. Арк. 1–130

³⁷⁹ Коваленко Н.П. Історія становлення та розвитку теоретикометодологічних основ сівозмiн у контексті діяльності наукової школи в Національному університеті біоресурсів і природокористування України. Часопис української історії. Київ. 2014. Вип. 29. С. 118–123.

³⁸⁰ Коваленко Н. П. Удобрення соломою – основний елемент екологізації сівозмiн ХХІ століття. Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення: матеріали Міжнар. конференції Інституту агроекології і природокористування НААН, Подільського державного аграрно-технічного університету. Кам'янець-Подільський. 2012. С. 6–8

технологій неможливе поєднання використання соломи, стерні, органічних решток з таким нелогічним, антиприродним, антиекологічним і архаїстичним заходом як їх спалювання³⁸¹. На жаль велику частку соломи в господарствах спалювали у полі, проте шкода, яку наносило таке спалювання ґрунтам та навколишньому середовищу була безсумнівною: вони збіднювались на органічні речовини, погіршувалась їх якість, посилювалась загроза ерозійної та дефляційної небезпеки, вичерпувалось джерело для відновлення органічної речовини у ґрунті³⁸². Це стало одним із найнебезпечніших заходів, а для природної фауни наслідки спалювання були трагічнішими – знищувались всі живі організми, наносилась значна шкода навколишньому середовищу і, перш за все, родючості ґрунту: при спалюванні 4–5 т/га соломи та стерні втрачалось 20–25 кг азоту і 1500–236 1700 кг вуглецю. Визначено ефективність поєднання способів альтернативного удобрення органікою, за чого ґрунт наповнювався органікою з двох джерел: соломи та зеленої маси³⁸³. Сидерати, їх коренева система та зелена маса сприяли мінералізації соломи і прискорювали процеси її розкладу³⁸⁴.

За підпрограмою: «Удосконалення ґрунтово–водоохоронних систем землеробства» науковцями розроблені наукові основи ведення ландшафтного землеробства, відпрацьовані базові моделі ґрунтозахисних контурномеліоративних систем землеробства, освоєння яких забезпечило запобігання ерозії ґрунтів та підвищило продуктивність еродованих земель³⁸⁵. Автори розробленої базової моделі та впровадження ґрунтозахисної системи землеробства з контурно–меліоративною організацією території під керівництвом В.Ф. Сайка (О.Г. Денисенко, В.М. Москаленко, М.Н. Нагорний, Л.Я. Новаковський, К.І. Райський, О.Г. Тараріко, М.К. Шикула) у 1991 р. були удостоєні Державної премії України³⁸⁶.

Вченими розроблені методичні основи еколого–токсикологічного оцінювання систем землеробства, які базувались на системному інтегрованому аналізі основних компонентів агроєкосистеми (ґрунт, рослина, природні води, опади) і забезпечували прогнозування змін стану агроценозу на перспективу та запобігання екстремальним екологічним ситуаціям. Опрацьовано систему

³⁸¹ Бойко П.І. Біологічна та екологічна роль сівозмін у землеробстві. Київ: Знання, 1990. 48 с.

³⁸² Бойко П.І., Коваленко Н.П., Опара М.М. Системи землеробства та сівозміни: історія, сучасний стан і перспективи розвитку. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава. 2004. № 3. С. 21–26.

³⁸³ Юркевич Є.О., Коваленко Н.П., Бакума А.В. Агробіологічні основи сівозмін Степу України: монографія. Одеса: Одеське видавництво «ВМВ», 2011. 240 с.

³⁸⁴ Коваленко Н. П. Удосконалення екологічно збалансованих сівозмін з використанням післяукісних та післяжнивних посівів. Екологія –72 шляхи гармонізації відносин природи та суспільства: зб. тез III Міжвузівської наук. конференції з міжнародною участю Уманського національного університету садівництва. Умань. 2012. С. 34–36.

³⁸⁵ Созінов О.О., Бусол В.О., Зубець М.В. Українська академія аграрних наук 1991–1995. Київ: Аграрна наука, 1996. 263 с.

³⁸⁶ Звіт про роботу Української академії аграрних наук за 1991–1995 роки. Київ: Аграрна наука. 1996. 264 с.

підвищення надходження у ґрунт біологічного азоту за рахунок використання місцевих відходів, збільшення виробництва компостів, застосування сидератів, мікробіологічних препаратів, розширення посівів бобових культур, особливо багаторічних трав. Запропоновані виробництву технології застосування нетрадиційних меліорантів (цеолітів, сапонітів, глауконітів), які поліпшували агротехнічні властивості підзолистих ґрунтів, підвищували їх продуктивність на 30–40%, зменшували поглинання рослинами радіонуклідів на територіях забруднених викидами ЧАЕС³⁸⁷. Рекомендовані для Полісся плодозмінні сівозміни з насиченням до 50% зернових культур з післяжнивними посівами бобових та хрестоцвітих культур на зелений корм і зелене добриво. Встановлено, що сівозміни, насичені до 20–25% багаторічними травами, на фоні органічних і мінеральних добрив забезпечували високу екологічну ефективність, позитивний баланс гумусу та близько 45 кг/га біологічного азоту.

Над розробленням заходів органічного землеробства упродовж 1996–2000 рр. працювали 45 науково-дослідних установ системи УААН у різних ґрунтово-кліматичних умовах України. Серед них у зоні Степу: Інститути зернового господарства, зрошуваного землеробства; Донецький, Луганський, Миколаївський інститути агропромислового виробництва; Запорізька, Кіровоградська, Одеська державні обласні сільськогосподарські дослідні станції. У зоні Лісостепу: Інститути землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського, цукрових буряків, захисту рослин, кормів, овочівництва і баштанництва, рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, землеробства і тваринництва західного регіону; Буковинський, Закарпатський, ІваноФранківський, Полтавський, Сумський, Тернопільський, Черкаський Інститути агропромислового виробництва; Прикарпатська, Рівненська, Хмельницька, Чернівецька державні обласні сільськогосподарські дослідні станції. У зоні Полісся: Інститути землеробства, землеробства і тваринництва західного регіону, сільського господарства Полісся, картоплярства, сільськогосподарської мікробіології; Чернігівський інститут агропромислового виробництва; Волинська, Житомирська, Поліська, Чернівецька державні обласні сільськогосподарські дослідні станції³⁸⁸.

За науково-технічною програмою «Розробити технології збереження і раціонального використання ґрунтів та їх родючості» (головна організація – ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського УААН») дослідження виконували 33 науково-дослідні установи у різних ґрунтово-кліматичних умовах України. За підпрограмою «Охорона ґрунтів від ерозії та техногенного забруднення» розроблено диференційовану систему агрозаходів щодо управління родючістю ґрунтів та органо-мінеральним

³⁸⁷ Звіт про роботу Української академії аграрних наук за 1991–1995 роки. Київ: Аграрна наука. 1996. 264 с.

³⁸⁸ Коваленко Н. П. Науково-організаційна діяльність Координаційно-методичної ради УАСГН, МСГ УРСР, ПВ ВАСГНІЛ та УААН з проблем сівозмін у системах землеробства України (1956–2010 р.). Київ: ФОП Корзун Д. Ю., 2011. 90 с.

живленням сільськогосподарських культур в екологічно чистих агрофонах³⁸⁹. За підпрограмою «Наукові основи, нормативи та регламенти застосування добрив, біостимуляторів і сировинних ресурсів» розроблено методологічні та методичні основи створення органічних, органомінеральних добрив, стимуляторів росту рослин на основі відходів органічного походження; технологію одержання суміші для меліорації з удобрювальним ефектом на основі відходів цукропереробної промисловості, тваринництва, виробництва суперфосфатів³⁹⁰.

При виконанні підпрограми «Інноваційні технології конкурентоспроможного органічного виробництва продукції рослинництва» при застосуванні органічної системи удобрення у короткоротаційних сівоzmінах встановлено зниження витрат вологи на утворення одиниці сухої речовини врожаю. Опрацьовано оптимізаційні базові моделі відтворення родючості змитих ґрунтів, проаналізовано передумови розвитку запровадження органічного виробництва сільськогосподарської продукції в Україні, визначено основні науково-методичні підходи до їх вирішення. Встановлено, що основними заходами підвищення родючості ґрунту за умов ведення органічного землеробства стало вапнування та застосування органічних добрив³⁹¹. Розроблено стабільний зелений конвеєр з різностиглих травостоїв і осушуваних землях без внесення мінеральних добрив та із здійсненням чотириразового скошування, що сприяло отриманню 5,0–5,5 т/га абсолютно сухої маси. Розроблено екологічне обґрунтування норм відходів виробництва, які рекомендовано застосовувати в агроландшафтах на добриво, що ґрунтувалось на встановленні вмісту нутрієнтів і полютантів у субстратах³⁹². Відмічено найвищу ефективність застосування альтернативних джерел органіки та мікробіологічних препаратів у результаті поєднання загортання соломи пшенично-люпинової сумішки, обробленої біодеструктором³⁹³.

У 1920–х роках у найбільш розвинених країнах світу внаслідок надмірної хімізації сільського господарства спостерігалось очевидне руйнування родючих ґрунтів, а також зниження якості продукції та її поживних властивостей. Це, у свою чергу, призвело до погіршення здоров'я людей, що сприяло пошуку вченими способів ведення екологічно чистого землеробства. Вперше аграрне виробництво як окремий напрям, що ґрунтувався на використанні виключно власних добрив та кормів і відмові від застосування мінеральних добрив та пестицидів, було визначено австрійським філософом і природознавцем Р.

³⁸⁹ Звіт про діяльність Української академії аграрних наук за 2001–2005 роки та 2005 рік. Київ: Аграрна наука, 2006. 544 с.

³⁹⁰ Звіт про діяльність Української академії аграрних наук за 2001–2005 роки та 2005 рік. Київ: Аграрна наука, 2006. 544 с.

³⁹¹ Звіт про діяльність Національної академії аграрних наук України за 2011–2015 роки та 2015 рік. Київ: Аграрна наука, 2016. 520 с.

³⁹² Звіт про діяльність Національної академії аграрних наук України за 2011–2015 роки та 2015 рік. Київ: Аграрна наука, 2016. 520 с.

³⁹³ Бегей С.В., Шувар І.А. Екологічне землеробство. Львів: Новий світ – 2000, 2007. 432 с.

Штайнером як «біодинамічне землеробство»³⁹⁴. В його основі була не просто відмова від застосування хімічних засобів, а й прагнення створити таку систему вирощування рослин, яка забезпечувала б їх стійкість до будь-яких несприятливих умов³⁹⁵.

У 1924 р. він презентував концепцію біодинамічного землеробства, що полягала в інтерпретації природи, в якій підкреслювався тісний взаємозв'язок у системі «земля – людина – космос»³⁹⁶. Згідно з цією концепцією людина жила в гармонії з довкіллям, відчувала себе часткою Всесвіту, підтримуючи природний баланс у веденні біодинамічного землеробства^{397 398}. У такому землеробстві широко використовувались біодинамічні препарати та забезпечувалось підвищення родючості ґрунтів за рахунок внесення тваринних добрив і компостів³⁹⁹. При веденні біодинамічного землеробства враховувався вплив космічних чинників на розвиток рослинних організмів та приділялась значна увага дотриманню календарних періодів посіву сільськогосподарських культур⁴⁰⁰.

Концепцію біодинамічного землеробства впровадив у практику Е. Пфайффер⁴⁰¹. В основі його застосування була не тільки відмова від хімічних засобів, але і прагнення створити таку систему вирощування рослин, яка забезпечувала б їх стійкість до несприятливих умов⁴⁰².

У 1940 р. термін «органічне землеробство» вперше використав британський сільськогосподарський фахівець Л. Нортборн у книзі «Дбайте про землю»⁴⁰³. Цей термін підтримав та продовжив застосовувати у своїх працях інший британський вчений А. Говард. У праці «Сільськогосподарський заповіт» він звернув увагу на втрату родючості ґрунту, викликану значним підвищенням урожайності сільськогосподарських культур, що призводило до втрати гумусу та розбалансування ведення сільського господарства, збільшення

³⁹⁴ Мінькова О.Г. Сучасні тенденції у становленні принципів органічного сільського господарства. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2015. №1. С. 16–21.

³⁹⁵ Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т., Литвак П.В. Агроекологія: навчальний посібник. Київ: Вища освіта, 2006. 671 с.

³⁹⁶ Rowalska A. The quality and competitiveness in ecological agriculture. Warszawa: Difin SA, 2010. 295 p.

³⁹⁷ Шкуратов О.І., Чудовська В.А., Вдовиченко А.В. Органічне сільське господарство: екологічні імперативи розвитку: монографія. Київ, 2015. 248 с.

³⁹⁸ Штайнер Р. Духовнонаучные основы успешного развития сельского хозяйства. Сельскохозяйственный курс. Калуга: Духовное познание, 1997. 172 с.

³⁹⁹ Чайка Т.О. Розвиток виробництва органічної продукції в аграрному секторі економіки України: монографія. Донецьк: Ноулідж, 2013. 320 с.

⁴⁰⁰ Воропаев С.Н. Биологическая система земледелия. Москва: Колос, 2009. 192 с.

⁴⁰¹ Веремеєнко С.І., Трушева С.С. Біологічні системи землеробства: навч. пос. Рівне, 2011. 200 с

⁴⁰² Верстюк В.Ф., Дзюба О.М., Репринцев В.Ф. Україна від найдавніших часів до сьогодення: хронологічний довідник. Київ: Наукова думка, 1995. 687 с

⁴⁰³ Northbourn L. Look to the Land. Sophia Perenniset Universalis, 2003. 128 p

захворювань рослин, втрати ґрунту в процесі ерозії⁴⁰⁴. Вчений стверджував, що зазначені втрати можна усунути лише шляхом підтримання родючості ґрунту в процесі виробництва гумусу з рослинних і тваринних відходів та компостування. Він описав концепцію, представлену ним як «Закон Повернення», що стало основою органічного землеробства. Вчений був переконаний, що природні методи господарювання мали значну перевагу над класичними, які популяризувала тогочасна сільськогосподарська наука. У книзі «Ґрунт та здоров'я. Дослідження органічного сільського господарства» він описав негативну дію хімічних засобів та антибіотиків на здоров'я рослин і тварин⁴⁰⁵. Його можна вважати одним із фундаторів органічного землеробства, адже, він став першим, хто використав наукові знання для обґрунтування переваг органічного землеробства над традиційним

Теоретичні основи органічно–біологічного землеробства були розроблені у середині ХХ ст. швейцарським вченим Х. Міллером та австрійським вченим Г. Рушем⁴⁰⁶. Концептуальною основою такого землеробства стала природна екосистема, що ґрунтувалась на принципах балансу поживних речовин⁴⁰⁷. Першою відмінною ознакою такого виду господарювання була заміна хімічних добрив на органічні, які отримували шляхом утилізації органічних відходів, з деяким застосуванням повільно діючих мінеральних добрив: томасшлаку, калімагнезії, базальтового пилу⁴⁰⁸. Іншою ознакою органічнобіологічного землеробства був безполицевий обробіток, що сприяв розвитку мікробіологічних процесів у ґрунті⁴⁰⁹. Для знищення бур'янів в органічно–біологічному землеробстві застосовували механічні та термічні засоби⁴¹⁰. На початку 1970–х років на основі теоретичних положень Х. Міллера, Х. Руша у Швеції та Швейцарії почали активно впроваджувати органічно–біологічне землеробство. Його основою було підтримання і активізація діяльності мікрофлори з мінімальним втручанням людини у природні процеси⁴¹¹.

Вже у другій половині ХХ ст. існували різні терміни найбільш відомих і розповсюджених напрямів ведення землеробства із застосуванням екологічно безпечних заходів: «біодинамічне землеробство» (Biodynamic Agriculture);

⁴⁰⁴ Howard A. An agricultural Testament. London: Oxford University Press. 1943. 152 p.

⁴⁰⁵ Howard A. The Soil and Health. A Study of Organic Agriculture. The University Press of Kentucky, 2007. 356 p

⁴⁰⁶ Панас Р.М. Рациональное використання та охорона земель: навчальний посібник. Львів: Новий світ – 2000. 2008. 352 с.

⁴⁰⁷ Коваленко Н. П. Екологічно збалансовані сівозміни в системі альтернативного землеробства: історичні аспекти. Агроекологічний журнал. 2012. №4. С. 95–99.

⁴⁰⁸ Старчевський І., Беспалов І., Махмудов І. Комплексна біологізація захисту рослин. Агроперспектива. 2009. №12. С. 66–69.

⁴⁰⁹ Коваленко Н.П. Наукові основи становлення та розвитку землеробства в Україні. Вісник аграрної науки. 2017. Спеціальний випуск (травень). С. 60–66.

⁴¹⁰ Федоренко В.П., Ткаленко А.Н., Конверская В.П. Достижения и перспективы развития биологического метода защиты растений в Украине. Защита и карантин растений. 2010. №4. С. 12–15.

⁴¹¹ Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т., Литвак П.В. Агроекологія: навчальний посібник. Київ: Вища освіта, 2006. 671 с.

«органічне землеробство» (Organic Farming), «біологічне землеробство» (Biological Farming), «органічно-біологічне землеробство» (Organic and Biological Farming), «екологічне землеробство» (Ecological Farming), «біоінтенсивне міні землеробство» (Biointensive Mini-Farming); «маловитратне стале землеробство» (LISA – Low Input Sustainable Agriculture); «технології використання ефективних мікроорганізмів або EM-технології» (Effective Microorganism Technologies), «землеробство ближче до природи» (ANOG) та ін.. Для узгодження термінологічних відмінностей землеробства із застосуванням екологічно безпечних заходів комісія ЄС визначила його еквіваленти для різних країн. Зокрема, термін «органічне землеробство» офіційно був прийнятий в англomовних країнах Європейського Союзу та США⁴¹². Еквівалентним терміном у Греції, Італії, Португалії, Франції та країнах Бенілюксу стало «біологічне землеробство». У Данії, Естонії, Литві, Німеччині, Польщі, Румунії, Словенії, Угорщині та іспаномовних країнах використовували термін «екологічне землеробство»; Австрії – «біодинамічне землеробство»; Швеції, Швейцарії – «органічно-біологічне землеробство»⁴¹³. Різниця між ними не завжди мала чіткий зміст і термінологічний характер, але основою всіх зазначених напрямів стало застосування екологічно безпечних заходів для виробництва якісної та корисної продукції⁴¹⁴. Крім того, у постанові Ради ЄС на базі «Основ критеріїв екологічного (органічного) землеробства», було надано законну силу трьом поняттям як синонімам: екологічне = органічне = біологічне землеробство⁴¹⁵. Тому, терміни «органічний», «екологічний», «біологічний» тощо використовували як синоніми.

У 1995 р. в США Колегія національних стандартів органічної продукції USDA запропонувала визначати «органічне землеробство» як систему екологічного менеджменту сільськогосподарського виробництва, що підтримувала та покращувала біорізноманіття, біологічні цикли та біологічну активність ґрунтів^{416 417}. Вона базувалась на мінімальному використанні неприродних (штучних) сировини та матеріалів і агротехнічних заходах, які відроджували, підтримували та покращували екологічну гармонію⁴¹⁸. Згідно з цим визначенням, керівним принципом для впровадження «органічного

⁴¹² Коваленко Н. П. Екологічно збалансовані сівозміни в системі альтернативного землеробства: історичні аспекти. Агроекологічний журнал. 2012. №4. С. 95–99.

⁴¹³ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

⁴¹⁴ Бойко П. І., Коваленко Н. П. Проблеми екологічно врівноважених сівозмін. Вісник аграрної науки. 2003. №8. С. 9–13.

⁴¹⁵ Зайчук Т.О. Вітчизняний ринок екологічно чистих продуктів харчування та шляхи його розвитку. Економіка і прогнозування. 2009. №4. С. 114–125.

⁴¹⁶ Шувар І. А. Екологічні основи зниження забур'яненості агрофітоценозів: навчальний посібник. Львів: Новий Світ – 2000, 2008. 496 с.

⁴¹⁷ National Organic Standard Board Recommendations (National Organic Program USDA). URL: <http://www.ams.usda.gov/nop/nosbinfo.htm>.

⁴¹⁸ Marketing Trends for Organic Food in the 21st Century. Series on Computers and Operations Research. Vol. 3. London: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2004. 253 p

землеробства» стало використання матеріалів і технологій, які покращували екологічну рівновагу та сприяли створенню стійких і збалансованих агроєкосистем⁴¹⁹. Основний акцент було зосереджено на досягненні екологічного балансу між ґрунтовою фауною, тваринним світом та людським суспільством⁴²⁰. Подібне трактування визначене в «Кодексі Аліментаріус», згідно якого «органічне землеробство» – це цілісна система управління виробництвом, яка підтримувала та покращувала санітарний стан агроєкосистем, у тому числі біорізноманіття, біологічний кругообіг і біологічну активність ґрунту⁴²¹. Міжнародні стандарти, методичні вказівки, норми і правила на харчові продукти «Кодексу Аліментаріус» сприяли безпеці та якості харчових продуктів, а також стимулювали добросовісну торгівлю продовольчими товарами⁴²². Стандарти «Кодексу Аліментаріус» включали вимоги до харчових продуктів щодо забезпечення споживача високоякісними і корисними для здоров'я харчовими продуктами, що не містили домішок, які погіршували якість початкового продукту, були належним чином маркованими і представленими⁴²³.

У 2007 р. у постанові Ради ЄС щодо органічного виробництва та маркування органічної продукції вказано, що «органічне землеробство» – це цілісна система господарювання, яка поєднувала збереження довкілля, природних ресурсів і біологічного різноманіття, застосування стандартів належного виробництва, які відповідали певним вимогам до продукції, виготовленої з використанням речовин природного походження⁴²⁴. Аналогічне визначення «органічного землеробства» у 2010 р. запропонувала Федерація органічного руху України у «Концепції державної програми розвитку органічного виробництва»⁴²⁵. Таке трактування дало підстави стверджувати, що застосування органічного землеробства мало: екологічне значення – створювало загальне благо, сприяючи захисту довкілля та зрівноваженому розвитку сільських територій⁴²⁶; економічне значення – забезпечувало

⁴¹⁹ Гармашов В.В., Фомічова, О.В. До питання органічного сільськогосподарського виробництва в Україні. Вісник аграрної науки. 2010. №7. С. 11–16.

⁴²⁰ Офіційний сайт Agricultural Marketing Service. URL: <http://www.ams.usda.gov>.

⁴²¹ Кодекс Аліментаріус. Органические пищевые продукты. Москва: Весь Мир, 2006. 72 с.

⁴²² Прутська О.О., Беляєва Н.В. Світовий досвід стимулювання виробництва органічної сільськогосподарської продукції. Збірник наукових праць Вінницького НАУ. Серія: Економічні науки. 2012. №1(56). Т. 2. С. 212–218.

⁴²³ Артиш В.І. Особливості органічного агровиробництва в концепції сталого розвитку АПК України. Економіка АПК. 2012. №7. С. 19–23.

⁴²⁴ Council Regulation EC №834/2007 «About an organic production and marking of organic products», 28.06.2007. Official Journal of the European Union. 2007. L. 189 (1). P. 1–23.

⁴²⁵ Концепція державної програми розвитку органічного виробництва в Україні. URL: <http://www.organic.com.ua/uk/homepage/2010-01-26-13-45-25?start=7>.

⁴²⁶ Willer H., Lernoud J. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2015. FiBL-IFOAM Report, Frick and Bonn. URL: <http://www.organicworld.net/yearbook/yearbook2015>.

специфічний продовольчий ринок, який відповідав зростаючим потребам споживачів органічної продукції⁴²⁷.

Виділено спільні переваги органічного землеробства у відношенні до конвенційного, що сприяло вирішенню проблем і досягненню позитивного ефекту⁴²⁸. До екологічних переваг належали: зменшення рівня антропогенного навантаження на навколишнє середовище внаслідок ведення сільськогосподарської діяльності; збереження та відновлення родючості ґрунту; запобігання деградації земель, кислотності та засолення ґрунтів; збереження біорізноманіття та генетичного банку рослин, відмова від домінування монокультури; активне використання сільськогосподарських генетичних ресурсів, враховуючи комах і мікроорганізми; підвищення різноманітності дикої флори та фауни; сприяння кращому поєднанню біотопів, прилеглих до сільськогосподарських угідь; зниження ризику ерозії за рахунок збільшення кількості перегною, фізичної стійкості, здатності використовувати воду; підвищення рівня біологічної активності, збільшення кількості біомаси, організація переробки поживних речовин, покращання 282 структури ґрунту; використання потенціалу симбіотичних процесів; зменшення залуження підземних та поверхневих вод за рахунок припинення використання синтетичних засобів захисту рослин; зниження рівня виливання азоту, викидів парникових газів та реактивних речовин; підвищення показника секвестрації вуглекислого газу в ґрунті; зменшення показників використання прямої та непрямой енергії для органічної території; підвищення ефективності використання енергії відповідно до кількості видобутої або виробленої продукції; запобігання змінам клімату; поєднання збереження біологічного різноманіття дикої природи, сільськогосподарського біорізноманіття та збереження ґрунтів. До економічних переваг віднесено: впровадження ресурсозберігаючих технологій та технічних засобів, зменшення енергоємності сільськогосподарського виробництва; розвиток місцевих ринків органічної продукції шляхом створення малих фермерських господарств; додатковий розвиток переробної сфери для виробленої органічної продукції; сприяння розвитку сільського зеленого туризму на екологічно безпечних територіях; незалежність від промислових хімікатів; гармонійне поєднання галузей рослинництва і тваринництва; істотне зниження виробничих витрат та залежності від зовнішнього фінансування; підвищення урожайності; збільшення обсягів використання відновлювальних ресурсів; підвищення якості та рівня конкурентоспроможності української сільськогосподарської продукції на вітчизняних і світових ринках. До соціальних переваг належали: збільшення середньої тривалості життя та покращання стану здоров'я населення; підвищення рівня освіти сільського населення; поліпшення добробуту населення шляхом диверсифікації діяльності, підвищення рівня зайнятості та

⁴²⁷ Посібник українського хлібороба «Біологізація землеробства». 2017. Т. 1. 300 с.

⁴²⁸ Науковий звіт Тернопільської обласної сільськогосподарської дослідної станції на тему: «Розроблення наукових основ сівозмін в інтенсивному землеробстві» за 1969 р. // ЦДАВО України. Ф. Р-27. Оп. 21. Спр. 907. Арк. 1–692.

розвитку сільських територій; захист прав споживачів; забезпечення інноваційного розвитку органічного сільськогосподарського виробництва; формування екологічного іміджу та рейтингу України; забезпечення продовольчої безпеки України; збереження та підтримання дрібних господарств; підвищення наукового та технологічного рівня аграрного сектору; забезпечення населення екологічно чистими та безпечними сертифікованими органічними продуктами живлення. Отже, враховуючи ефективність від впровадження органічного землеробства, основним його завданням був розвиток науково–технічного прогресу в аграрній галузі.

Таким чином, проблему використання зелених добрив у землеробстві України системно досліджувало багато вчених. В Україні вивченню і впровадженню культур на сидерат у виробництво значної уваги надають вчені Львівського національного аграрного університету, асоціації «Біоконверсія», Інституту сільськогосподарської мікробіології та сільського господарства НААН, Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, ННЦ «Інститут землеробства НААН», Подільського державного аграрно–технічного університету, Інституту олійних культур НААН, Інституту кормів НААН, Передкарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції та ін.: І.А. Шувар, О.М. Бердніков, І.П. Мельник, С.В. Бегей, В.Ф. Сайко, В.М. Сендецький, О.Б. Тимофійчук, Л. Дацько, О. Качмар та ін. Однак слід зауважити, що за останні роки в Україні площі посіву під культури на сидерат значно скоротилися. Водночас ґрунтовокліматичні умови нашої країни сприятливі для широкого застосування на зелене добриво різних сільськогосподарських культур, залежно від кількості тепла, опадів, умов місцевості, складу ґрунтів, наявності добрив і насіння. На сидерат можна висівати такі культури: бобові – люпин багаторічний і однорічний, буркун білий і жовтий, сераделу, вику озиму та яру, пелюшку, горох та ін.; злакові – жито озиме, райграс, а також підсівні злакові та бобові багаторічні трави. Перспективні для використання на сидерат капустяні культури (ріпак озимий і ярий, суріпиця, редька олійна, гірчиця біла, перко), фацелія та інші швидкорослі культури та їх сумішки. Доцільно використовувати й інші культури – овес, гречку, сою, люцерну, еспарцет та ін. Перераховані культури широко застосовують не тільки в Україні, але й на ґрунтах Білорусі, Росії, Прибалтики, в усіх країнах Східної та Західної Європи та в ряді інших країн⁴²⁹. Аналіз іноземної літератури показує, що в багатьох країнах світу для сидерації застосовують понад 60 різних культур^{430 431}.

⁴²⁹ Культура сидерації. Наукові основи ефективного застосування зелених добрив у господарствах різних форм власності. Камінський та ін.; за наук. ред. Е.Г. Дегодюка, С.Ю. Булигіна. Київ: Аграрна наука, 2013. 80 с

⁴³⁰ Altieri M.A., Davis J., Burroughs K. Some Agroecological and Socioeconomic features of organic farming in California. *Applied — urinary study. Biological Agriculture and Horticulture*. 1983. N 1. P. 101–107.

⁴³¹ Maliszewska-Kordybach B. Organic contaminants in agricultural soils in central and east European countries as compared to west European countries. *Soil quality, sustainable agriculture and environmental security in central and eastern Europe*. 2000. V. 69. P. 49–61.

Відповідно до стратегічного напрямку розвитку сільського господарства України на період до 2020 р. (Ю.О. Лупенко, В.Я. Месель–Веселяк та ін., 2012) пріоритетними в реалізації цього комплексу заходів будуть:

– максимальна біологізація системи удобрення шляхом раціонального використання і виробництва органічних добрив;

– внесення в 2015 р. 57,9 млн т гною забезпечить приріст 606 тис. т гумусу і надходження 1186 тис. т 1 NPK, а в 2020 р. – відповідно 105 млн т, 4725 тис. т і 2098 тис. т;

– запровадження науково обґрунтованих сівозмін, розширення площі посіву багаторічних трав у 2015 р. до 1,8 млн га і в 2020 р. до 1,9 млн га, бобових культур до 2,8 млн га забезпечить щорічне утворення гумусу в обсязі 3680 і 3760 тис. т і надходження в ґрунт у результаті симбіотичної фіксації із атмосфери 96 і 502 тис. т біологічного азоту, що забезпечить сільськогосподарським підприємствам економію коштів на «купівлю мінеральних добрив у сумі 4960 і 5020 млн грн⁴³².

В Україні за сучасних складних економічних умов збільшення виробництва сидератів є стратегічною метою і займає одне з чільних місць діяльності агропромислового комплексу (табл. 1.3)⁴³³.

Таблиця 1.3

Економічна ефективність застосування зелених добрив

Показник	На 1га	Прогноз	
		2015 р.	2020 р.
Обсяг застосування (га/млн га)	1	1,5	2
Втрати на сидерацію (грн/млн грн)	400	600	800
Буде отримано гумусу, тис. т	–	1350	1800
Надходить у ґрунт КРК із біомасою сидерату за врожайності 15 т/га:			
азоту (кг/тис. т)	69	103	138
фосфору (кг/тис. т)	40,5	61	81
калію (кг/тис. т)	61,5	92	123
Разом (кг/тис. т)	171	256	342
Вартість КРК сидератів за еквівалентом їх у мінеральних добривах * (грн/млн грн)	1710	2560	3420
Економічний ефект (грн/млн грн)	1310	1960	2620

Таким чином, ґрунтово–кліматичні умови нашої країни дозволяють широко застосовувати на зелене добриво різноманітні сільськогосподарські культури. Залежно від кількості тепла, опадів, умов місцевості,

⁴³² Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року /за ред. Ю.О. Лупенка, В.Я. Месель-Веселяка. Київ: ННЦ “ІАЕ”, 2012. 182 с.

⁴³³ Наукові основи агропромислового виробництва Чернігівської області / І.В. Гриник та ін. Чернігів: РВК «Деснянська правда», 2004. 344 с.

гранулометричного складу ґрунту, наявності добрив та насіння на сидерати можна висівати такі культури: бобові – люпин багаторічний та однорічний, буркун білий та жовтий, сераделлу, вику озиму та яру, пелюшку, горох та тощо.; злакові – озиме жито, райграс, а також підсівні злакові та бобові багаторічні трави, використовуючи перший укос на корм худобі, а отаву – на добрива. І все ж за наявності азотних добрив перспективне використання для сидеральних цілей хрестоцвітих культур (ріпаку озимого та ярого, сурепиці озимої та ярої, редьки олійної, гірчиці білої, перко), водолистникових (фацелії) та інших швидкорослих культур та їх сумішей.

При підсіві під покрив озимого жита однорічного райграсу в суміші з вікою можна отримувати два повноцінні укоси зеленої маси на корм худобі, а отаву (третьій укіс) заорювати на зелене добриво. Перелічені культури можна широко застосовувати не лише в Білорусі, а й на ґрунтах України, Росії, Прибалтики, у всіх країнах східної та Західної Європи та у низці інших регіонів. Враховуючи величезну територію України, що тягнеться від Чорного моря до Карпат, де помірна зона переходить у лісостепову і степову зони, як сидеральні культури можуть знайти застосування астрагал, маш, чину, пажитник, люцерна, сочевиця, шабдар, берсим, соя, житняк, пайза, суданська трава та багато інших. У напівпустельній, пустельній, передгірній пустельно–степовій зонах доцільно випробувати нові культури, що добре переносять посушливі періоди, маловибагливі до ґрунту, пристосовані до зростання в пустелях. Це рослини з родини бобових (астрагал шерстистий, солодка гола, шорстка і уральська, горошок маловолосистий, мишачий і тонколистий, чина бульбова і лучна; еспарцет донський і великий, пажитник крупноквітковий, верблюжа колючка. і гігантський, осока здуплодна і колхідська) та багато інших культур. Головне, щоб земля не була порожньою, а була вкрита зеленим покривом

Коротке узагальнення результатів досліджень та виробничого досвіду в різних ґрунтово–кліматичних умовах, як нашої країни, так і кордоном показує, що зелене добриво, як у зайнятих парах, так і в проміжних посівах є ефективним способом окультурення ґрунту та підвищення врожайності сільськогосподарських культур у польових та інших сівозмінах. Однак в умовах України питання підбору, агротехніки, способів використання сидератів, їх впливу на родючість ґрунту, на врожайність сільськогосподарських культур, якість продукції, продуктивність сівозмін та інші, пов'язані з цим питання, вивчені недостатньо. Це і стало підставою для узагальнення проведених досліджень, результати яких дозволяють науково обґрунтувати використання зеленого добрива як важливого біологічного фактора відтворення родючості ґрунтів. Це і стало ціллю написання даної монографії.

РОЗДІЛ 2. СИДЕРАЦІЯ ЯК ПРОЦЕС ТА ЗАСІБ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ТА АЛЬТЕРНАТИВНА БІОЛОГІЗОВАНА СИСТЕМА УДОБРЕННЯ

2.1. Значимість сидерації у системі біологізації землеробства, основні форми та види її застосування, принципи та особливості підбору культур для сидерації

Щодо термінів «зелене добриво», «сидеральне добриво», в якості яких можуть бути використані покривні культури, то вони однаково трактуються в нашій і англomовній науковій літературі.

Також використання кормових та сидеральних культур для створення сприятливих умов розвитку однієї або групи культур у біологізованій системі землеробства називають «середовищеполіпшенням», а самі рослини які вирощуються з цією метою – «середовищеполіпшувальними культурами», «середовищеполіпшувальними кормовими культурами» та «середовищеполіпшувальними сидеральними культурами»⁴³⁴.

В умовах спеціалізації та інтенсифікації агросектору правильна сівоzmіна необхідна з метою біологізації, яка створює сприятливі передумови для ведення екологічно чистого землеробства. Вони реалізуються шляхом оптимізації структури посівних площ за рахунок розширення посівів багаторічних трав, бобових, проміжних, сидеральних культур, використання гною, торфу, соломи, рослинних решток та інших органічних елементів. Одним із перспективних напрямів біологізації та екологізації аграрної галузі нашої країни в сучасних умовах є сидерація, або застосування зелених добрив. Цей метод широко відомий у землеробстві багатьох держав світу і виступає складовою сільського господарства, яке називають органічним, або біоорганічним. Його мета – виробництво екологічно чистої продукції, яке щорічно оцінюється більш ніж у 45 млрд євро. З них 21 млрд євро припадає на США, а на учасників ЄС – 21,5 млрд євро⁴³⁵.

Головне призначення сидерації – поповнення запасів органічної речовини у ґрунті. Подібне добриво є його ідеальною формою, оскільки має повний набір поживних речовин, необхідних для росту та розвитку культурних рослин. У зеленій масі сидератів міститься 200–250 кг/га азоту, що при заоранні в ґрунт рівноцінно внесенню 6–7 ц/га дорогої аміачної селітри.

Особливе екологічне значення має той факт, що азот, фосфор, калій та інші поживні елементи у складі зеленого добрива знаходяться в біологічно пов'язаній формі – у вигляді органічної речовини, яка не вимивається і не

⁴³⁴ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

⁴³⁵ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение — значение и перспективы сидерации. URL: <https://www.agbz.ru/articles/sideratsiya/>.

забруднює ґрунт і ґрунтові води надмірною кількістю нітратів та інших шкідливих домішок. При цьому динаміка розкладання зеленого добрива складається таким чином, що найінтенсивніше воно мінералізується у весняно-літній період – під час найактивнішого зростання більшості сільськогосподарських культур, коли вони споживають максимальну кількість азоту, фосфору, калію, кальцію та інших поживних речовин, що надходять у ґрунтовий розчин у результаті мінералізації органічної маси. Іншими словами, зелене добриво надходить у потрібне місце у відповідний час, що визначає його високу користь та екологічну цінність⁴³⁶.

Відмічається, що стабілізація і підвищення ґрунтової родючості за рахунок традиційних органічних (гною) і мінеральних добрив нині є нереальним⁴³⁷. У зв'язку з цим виникає потреба у використанні інших джерел, які були б не менш ефективними за гній та не вимагали значних матеріально-технічних витрат. З погляду науково-обґрунтованих підходів для поліпшення ситуації, що склалася, доцільним є використання сидератів^{438 439}.

Прогнозоване глобальне вичерпання запасів фосфору через 50–125 років⁴⁴⁰ можливо частково відстрочити або нівелювати: коренева система сидератів (буркун, гірчиця та ін.) засвоює важкодоступні фосфати, а також кальцій і магній з глибоких шарів ґрунту, переміщує їх у надземну масу. Після заробки та мінералізації вони переходять в рухомі сполуки та використовуються наступними культурами. У середньому з глибоких горизонтів ґрунту в орний шар може надходити близько 20–25 кг/га P_2O_5 , 100 – CaO і 20 кг/га MgO⁴⁴¹.

В умовах економічно нестійкого розвитку сільськогосподарського виробництва для збереження родючості ґрунтів необхідно проводити агротехнологічні заходи, які потребують мінімальних витрат. Одним із таких в Лісостеповій зоні є застосування сидеральних парів⁴⁴². Різноманітність і специфіка сидератів вимагає теоретичного та технологічного обґрунтування їх вирощування та удобрення з метою зменшення антропогенного навантаження

⁴³⁶ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение — значение и перспективы сидерации. URL: <https://www.agbz.ru/articles/sideratsiya/>.

⁴³⁷ Обущенко С. В., Гнеденко В. В. Научное обоснование систем воспроизводства почвенного плодородия. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 1. С. 111–115.

⁴³⁸ Друз'як В. Г., Робу В. Т., Кириленко В. М. Перспективи застосування сидеральних культур в сівозмінах Південного Степу. Зб. наукових праць Аграрний вісник Причорномор'я. 2008. Вип. 46. С. 77–84.

⁴³⁹ Макарова Г. А., Глущенко М. К., Вакуленко Ю. В. Сидерація як фактор підвищення родючості ґрунтів. Науково-методичний журнал. Т. 81. Вип. 68. Екологія : Сучасний стан родючості ґрунтів та шляхи її збереження. Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2008. С. 51–54.

⁴⁴⁰ Gilbert N. The disappearing nutrient. Nature. 2009. V. 461. P. 716–718.

⁴⁴¹ Довбан К. И. Зеленое удобрение в современной земледелии: вопросы теории и практики. Минск: Белорусская наука, 2009. 404 с.

⁴⁴² Галеєва Л. П. Физико-химические свойства и фосфатный режим черноземов выщелоченных Приобья при внесении сидератов. Агрохимия. 2009. № 3. С. 22–28.

на навколишнє природне середовище, підвищення продуктивності сівозмін з відтворенням органічної складової ґрунтів⁴⁴³.

На думку О.М. Мішустіна⁴⁴⁴, подальше зниження потенційної ґрунтової родючості можна запобігти лише ширшому використанню в сільськогосподарському виробництві біологічного азоту та органічних добрив.

А.М. Гродзинський⁴⁴⁵ вказує на те, що сприятливий вплив різного роду органічних добрив – гною, перегною, зеленого добрива (сидератів), компостів тощо – залежить не тільки від вмісту в них мінеральних поживних речовин і органічних продуктів, що підтримують життєдіяльність мікрофлори, але і від фізіологічно активних сполук, які безпосередньо впливають на зростання вищих рослин. Не вдається замінити органічні добрива з допомогою внесення еквівалентних кількостей мінеральних поживних речовин. Внесення їжі для мікробів, наприклад, вуглеводів (соломи), призводить до біологічного зв'язування азоту і навіть фосфору, що погіршує умови живлення рослин. Значна частина ефекту органічних добрив пов'язані з дією фізіологічно активних речовин – колінів⁴⁴⁶.

Позитивна роль прийому сидерації величезна, вона легко здійсненна, тому що загальні витрати не перевищують 7... 10 ГДж/га при сидерації багаторічними культурами в зайнятій парі та 10... 14 ГДж/га – однорічними культурами в проміжних посівах⁴⁴⁷. Якщо врахувати високі та стійкі врожаї насіння основних сидеральних культур (донників, еспарцету, люпину, гірчиці білої, редьки олійної та ін.), стане очевидною можливість застосування сидерації в найкоротші терміни та в широкому масштабі.

Однак широкого поширення сидерація не набула. Причин цього є кілька⁴⁴⁸:

1. Вузький набір бобових і капустяних культур взагалі, який дозволяв досягти бажаних результатів у різних зонах у сидерації, а й у виробництві кормів. Поза полем зору залишалися кращі сидеральні культури: буркуни, люпин, гірчиця біла, олійна редька та ін.

2. Незабезпеченість та вічний дефіцит насіння бобових та капустяних.

⁴⁴³ Господаренко Г. М. Еколого-агрономічне значення сидеральних парів. «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства»: збірник тез III Міжвузівської наукової конференції з міжнародною участю. Умань, 2012. С. 23–26.

⁴⁴⁴ Маслов В.А. Эффективность комплексного повышения плодородия чернозема выщелоченного в звене севооборота пропашные - яровые зерновые: дисс. ... канд. с.-х. наук / Маслов В. А. Воронеж, 2002. 172 с.

⁴⁴⁵ Гродзинський А. М. Проблема почвоутомления и аллелопатия. Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. К.: Наукова думка, 1974. Вып. 5. С. 3–9.

⁴⁴⁶ Гродзинський А. М. Проблема почвоутомления и аллелопатия. Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. К.: Наукова думка, 1974. Вып. 5. С. 3–9.

⁴⁴⁷ Васильев В. А. Справочник по органическим удобрениям /В.А.Васильев, Н.В. Фиминова. М: Росагропромиздат, 1988.-225 с.

⁴⁴⁸ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

3. Надмірне захоплення мінеральними добривами.

4. Відсутність достатніх зональних наукових розробок щодо комплексної оцінки сидерації.

Слід зазначити, що у деяких наукових дослідженнях щодо сидерації вивчали культури, які з тих чи інших причин не можуть привернути увагу виробників. Так, широке використання люпину гальмується великою нормою висіву його насіння, одновидових капустияних – високою вологістю маси і незначним збільшенням надходження вуглецю та азоту (за відсутності азотфіксації), що не завжди покриває витрати збільшенням урожаю наступних культур. Пропаганда обробітку випадкових культур інших родин (соняшнику, фацелії, суданської трави та ін.) дискредитує саму ідею ефективної сидерації, оскільки ці рослини, споживаючи поживні речовини ґрунтового розчину, лише перерозподіляють їх, суттєво не поповнюючи валовий вміст.

Обробіток спеціальних сидеральних сумішей у літературі практично не висвітлено, а в практиці не застосовується. Більше вивчалися та оброблялися одновидові посіви бобових чи капустияних. Тим часом цілком очевидно, що сидеральні ценози переважно одновидові за стійкістю, врожайністю, середотворчим впливом⁴⁴⁹.

У сумішах посилюється ефективність рослин цих родин шляхом мобілізації елементів живлення з важкодоступних сполук ґрунту та з повітря, покращуються фітосанітарна ситуація та пригнічуються шкідливі патогени. При заорюванні бобово-капустияної суміші суттєво покращується не тільки азотний, а й фосфорно-калійний режим та забезпеченість кальцієм та мікроелементами. Маючи досить вузьке співвідношення C:N, сидеральна маса такої суміші швидко руйнується, поповнюючи вміст лабільного гумусу та доступних мінеральних елементів живлення.

Системи землеробства повинні забезпечувати прискорений кругообіг органічної речовини у ґрунті, щоб зруйнувати органічну речовину попередніх поколінь рослин, у якій пов'язані у недоступній формі вуглець та мінеральні солі. Однак у ґрунті повинна залишатися певна кількість органічної речовини, що не розклалася.

За період від збирання попередника до посіву наступної культури відбуваються зміни рослинних решток⁴⁵⁰. У дослідях практично всіх культур збільшувався вміст азоту, вміст вуглецю та калію знижувався, у динаміці фосфору закономірностей не виявлено.

Л.М. Степанова⁴⁵¹ встановила, що післязбиральні залишки конюшини та люцерни за рік розкладалися на 60%, а тимофіївки – на 30%. За даними С.А.

⁴⁴⁹ Зезюков Н.И. Сохранение и повышение плодородия черноземов /Н.И.Зезюков, В.Е.Острцов. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное изд-во, 1999. 312 с.

⁴⁵⁰ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

⁴⁵¹ Придворев Н.И. Научные основы оптимизации содержания органического вещества в черноземе выщелоченном: ав- тореф. дис. ... д-ра с.-х. наук /Н.И. Придворев. Воронеж, 2002. 46 с.

Воробйова⁴⁵², при літньому оранці трав'яного поля дворічного користування під озимі вже до осені розклалося 42,4% органічних залишків, а до весни наступного року – 63,6%. При осінньому підйомі пласта під ярі культури навесні (на рік посіву ярих) розклалося 51,2% органічних залишків. До осені наступного року розкладання багаторічних трав закінчувалося.

Останніми роками в землеробстві помірного пояса велике поширення набули хрестоцвіті культури, використовувані на зелений корм⁴⁵³. З них у нашій зоні найбільшого поширення набули ріпак та редька олійна. Популярність використання цих рослин обумовлена насамперед причинами економічного характеру, оскільки вони висіваються головним чином як додаткові та проміжні культури, так що для їх обробітку не потрібно додаткових площ. Крім того, ці культури дуже добре вписуються в існуючу систему сільськогосподарських машин та знарядь, мають високий коефіцієнт розмноження, не дуже вимогливі до ґрунтово-кліматичних умов. Підраховано, що включення хрестоцвітих до польових сівозмін підвищує їх загальну продуктивність на 17–20%. Хрестоцвіті надають сприятливий вплив на розвиток ґрунтової мікрофлори, у зв'язку з чим їх використовують як сидеральні добрива⁴⁵⁴.

Умови ефективної сидерації⁴⁵⁵:

– застосовувати набір культур родини бобових та капустяних, достатній для обробітку сидератів у різних ґрунтово-кліматичних умовах, у зайнятій парі та в проміжних посівах (озимих, ярих ранніх та ярих пізніх). Використовувати як однорічні, і багаторічні культури;

– вирощувати культури (многолітники), що мають високі та стійкі врожаї дрібного насіння, що дозволяє швидко їх розмножувати та висівати під покрив невеликими посівними нормами;

– для обробітку в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах підбирати сидеральні культури з високим адаптивним потенціалом.

Сидерати лише частково можуть вважатися добривом, але в жодному разі – врівноваженим добривом, оскільки вони впливають у різних напрямках і, крім того, можуть мати небажані побічні дії⁴⁵⁶:

– втрата гумусу при надто інтенсивній обробці ґрунту в теплу пору року;

– надто велике споживання води у посушливих областях при неправильному виборі культури;

⁴⁵² Верзилин В.В. Биологические факторы воспроизводства плодородия черноземов в агроценозах лесостепи ЦЧР: дисс.... фл- ра с.-х. наук / В.В. Верзилин. Курск, 2004. 273 с.

⁴⁵³ Целовальников А.А. Экологическая роль промежуточных сидеральных культур. Аграрная наука. 2006. №9.- С. 17-19.

⁴⁵⁴ Щербакова Т.А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества. Минск: Наука и техника, 1983.-222 с.

⁴⁵⁵ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

⁴⁵⁶ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

- велике поширення хвороб (зернових, конюшин) або шкідників при неправильному виборі культури або тривалості її вирощування;
- засмічення ріллі насінням бур'янів, що важко проростає, або його зимуючими видами;
- труднощі при обробці ґрунту та зниження врожаю наступної культури при занадто великій масі зеленого добрива та неправильному загортанні її в ґрунт. У результаті сказаного вище – необхідно ретельно вибирати їх місце в системі агрозаходів.

Вперше придатність різних сільськогосподарських культур на сидеральне добриво (горох, кормові боби, люпин, гірчицю та суміші кормових бобів з горохом) вивчали на Іванівській дослідній станції (нині Іванівська дослідно–селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН)⁴⁵⁷

П.А. Костичев закликав до широкого впровадження на чорноземах зеленого добрива: «Сидеральне добриво на чорноземі взагалі може зробити господарів незалежними від багатьох умов, що нині обмежують господарства. І тому буде жаль, якщо наші господарі утримаються від наполегливих спроб не вводити це добриво в регулярну практику»⁴⁵⁸. Введення в сівозміну сидератів є одним з основних заходів відшкодування втрати органічних речовин ґрунту. Так, Д. М. Прянишников зазначав: «Там, де для покращення ґрунтів особливо необхідно збагачення їх органічною речовиною, а гною з тієї чи іншої причини не вистачає, зелене добриво набуває особливо великого значення. Разом з гноєм та іншими органічними та мінеральними добривами зелене добриво в якості одного з елементів системи удобрення повинно стати досить потужним засобом підвищення врожаїв і покращення родючості ґрунту»⁴⁵⁹. Нині цей важливий резерв підвищення родючості ґрунту та врожаю сільськогосподарських культур знаходить всебічне визнання в дослідженнях наукових установ і широке застосування в господарствах України⁴⁶⁰.

Виснаженому ґрунту для відновлення родючості необхідний відпочинок, тобто його треба залишити під паром або засіяти культурою, яка знижує або послаблює ґрунтовтому⁴⁶¹. Так, після соняшнику в Степу рекомендується розміщувати переважно чистий пар, а в Лісостепу – ярі парозаймальні культури. Видозміною зайнятого пару є сидеральний пар – поле на якому

⁴⁵⁷ Гребенюк І. В. Мінімілізація обробітку ґрунту серед наукових розробок Б. М. Рожественського. Особистість С. Ф. Третьякова в формуванні засад сучасного екологічного землеробства: мат. між. наук.-практ. конференції присвяченої С. Ф. Третьякову (м. Полтава, 13–14 травня 2014 року) / За ред. А. В. Кохан, І. В. Колісник. Полтава, 2014. С. 29–30.

⁴⁵⁸ Костычев П. А. Обработка и удобрение чернозема С.-Петербург: Издание А. Ф. Девриена, 1892. 303 с.

⁴⁵⁹ Прянишников Д. Н. Учение об удобрении. 5-е изд. Гос. изд.: Берлин, 1922. 426 с.

⁴⁶⁰ Коваленко Н. П. Вклад академика Д. Н. Прянишникова в эволюцию севооборотов в системах мирового земледелия первой половины XX века. Естественно-гуманитарные исследования. 2014. № 1. С. 54–61.

⁴⁶¹ Гродзинський А. М. Проблема почвоутомлення и аллелопатия. Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. К.: Наукова думка, 1974. Вып. 5. С. 3– 9.

вирощуються парозаймальні культури на зелене добриво^{462 463}. Покривні культури додають біорізноманіття в землеробську систему та сприяють рециркуляції поживних речовин: азоту, фосфору, калію, кальцію, маргану та сірки, які акумулюються сидератами під час вегетації^{464 465}. Зелене добриво є відновлювальним джерелом органічних речовин. Коренева система багатьох сидератів може діставати елементи живлення з глибоких шарів ґрунту, які після заробки зеленого добрива та його мінералізації стають доступними для рослин. Водночас, за заорювання зеленої маси бобових сидератів урожайністю 35–40 т/га у ґрунт потрапляє 150–200 кг азоту, що еквівалентно 25–30 т гною^{466 467 468}.

На думку С. Еріксона⁴⁶⁹, для запобігання збіднення орного шару ґрунту доступною сіркою (що спостерігається за відсутності рослинності, так і під злаками) доцільно застосовувати сидерати з підвищеним коефіцієнтом біологічного поглинання цього елемента.

На думку М.Н. Новикова та В.М. Тужиліна⁴⁷⁰ сидерацію потрібно розглядати як багатофакторний агротехнологічний захід землеробства, що позитивно впливає на ґрунт, продуктивність та якість вирощуваних культур і навколишнє природне середовище. За вирощування сидератів необхідно звернути увагу на підбір для конкретних ґрунтово-кліматичних умов. В кожному випадку слід висівати різновидові культури, які відрізняються за скоростиглістю. Найбільше для сидерації застосовують однорічні трави з коротким періодом росту. Висівати рослини на зелене добрив слід з метою одержання якнайбільшої органічної маси, а тому рослини для цього мають бути невибагливі до умов ґрунту⁴⁷¹.

⁴⁶² Єщенко В. О., Копитко П. Г., Бутило А. П., Опришко В. П. Землеробство: підруч.; За ред. В. О. Єщенка. К.: Лазурит-Полиграф, 2013. 376 с.

⁴⁶³ Качмар О., Бульо В., Сорочинський В., Оліфір Ю. Дешеві зелені добрива. *Farmer*. 2009. № 3/4. С. 26–28.

⁴⁶⁴ Салливан П. Зеленые удобрения: экономия и оздоровление почвы. *Зерно*. 2013. № 3. С. 125–134.

⁴⁶⁵ Салливан П. Покровные культуры в севообороте. Междунар. конф. по самовосстанавливающему земледелию на основе системного подхода NoTill. 2003. С. 103–104.

⁴⁶⁶ Бацула О. О., Скрильник Є. В. Органічні добрива: проблеми та перспективи виробництва і застосування. Агроекологічний моніторинг ґрунтів як основа сталого розвитку аграрного виробництва : матеріали Міжнар. конф. «Сталий розвиток агроєкосистем». Київ, 2002. С. 102–107.

⁴⁶⁷ Гладка А. Б. Зелені добрива – основа підвищення родючості ґрунтів. Тези наук. конфер. / Редкол.: П. Г. Копитко (від. ред.) та ін. Умань, 2008. Ч. 1. С. 24–26.

⁴⁶⁸ Шувар І. Збільшення продуктивності українських ланів. *Агробізнес сьогодні*. 2011. № 15–16. С. 40–41.

⁴⁶⁹ Eriksen S. Sulfur cyclig in agroecosystems. Dr. Science thesis. Denmark, Aarhus University. 2010. 50 p.

⁴⁷⁰ Новиков М. Н., Тужилин В. М. История развития и значение сидератов в земледелии России. Использование органических удобрений и 207 биоресурсов в современном земледелии: мат. международной науч.-практ. конфер., посвящённой 20-летию ВНИПТИОУ, Владимир, 25–27 июля 2001 г. М.: РАСХН-ВНИПТИОУ, 2002. С. 261–267.

⁴⁷¹ Крим Я. С. Зелене угноєння. Держсільгоспвидав, 1932. 36 с.

Також важливо підібрати сидерат, який мав б низький коефіцієнт транспірації (для економії ґрунтової вологи), низьку норму висіву (для зниження витрат на насіння) та поряд з формуванням високого урожаю біомаси забезпечував раннє заробляння її у ґрунт⁴⁷².

Залежно від кількості тепла, опадів, умов місцевості, гранулометричного складу ґрунту, наявності добрив і насіння на сидерати можна висівати такі культури: бобові люпин багаторічний і однорічний, буркун білий і жовтий, сераделу, вику озиму та яру, пелюшку, горох та ін; злакові жито озиме, райграс, а також підсівні злакові та бобові багаторічні трави, використовуючи перший укіс на корм худобі, а отаву на добриво. За наявності азотних добрив перспективно для сидерації використовувати капустяні культури (ріпак озимий та ярий, сурипицю озиму та яру, редьку олійну, гірчицю білу, перко), фацелію, кормовий горох та інші швидкорослі культури та їх суміші. В якості сидератів можуть знайти застосування астрагал, маш, чина, пожитник, люцерна, еспарцет, сочевиця, кінські боби, язвенник, шабдар, берс, соя, житняк, пайза, суданська трава та багато інших культур⁴⁷³.

Потепління клімату суттєво змінює звичайні уявлення щодо різноманіття біологічного набору та технологічних можливостей деяких уже давно відомих культур. Добре відомі раніше культури можуть проявляти себе за цих умов з раніше не відомих сторін і демонструвати відмінну продуктивність⁴⁷⁴.

Доцільно випробувати нові культури, що добре переносять посушливі періоди, маловимогливі до ґрунту, пристосовані до росту в пустелях. Це рослини з родини бобових (астрагал шорсткий, солодка гола, шорстка і уральська, горошок маловолосатий, мишачий і тонколистий, чина бульбова і лугову; еспарцет донський і великий, пожитник крупноквітковий, верблюда колючка помилкова або звичайна), тоноконогих (тростяник Кареліна, волоснець багатостебловий і гігантський, осока здуплідна і колхидська) і багато інших культур. Головне, щоб земля не пустувала, а була покрита зеленим покривом⁴⁷⁵.

У Німеччині серед культур на зелене добриво переважають бобові (конюшини лугова, пасовищна, гібридна, інкарнатна, перська, олександрійська), зернобобові (люпин, серадела, вика озима та яра, кормові

⁴⁷² Вислобокова Л. Н., Скорочкин Ю. П. Особенности научного обеспечения отраслей АПК Тамбовской области. Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства. Материалы 187 II региональной научно-практической конференции (г. Саратов, 15–17 марта 2010 г.). Саратов: ГНУ НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА, 2010. С. 290–300.

⁴⁷³ Довбан К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии: вопросы теории и практики. Минск: Белорусская наука, 2009. 404 с.

⁴⁷⁴ Артюков Н. Редька масличная. Сельское хозяйство Сибири. 1961. № 12. С. 81.

⁴⁷⁵ Вислобокова Л. Н., Скорочкин Ю. П. Особенности научного обеспечения отраслей АПК Тамбовской области. Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства. Материалы 187 II региональной научно-практической конференции (г. Саратов, 15–17 марта 2010 г.). Саратов: ГНУ НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА, 2010. С. 290–300.

боби, горох польовий), тонконогі (райграси уельський, німецький, гібридну однорічний), капустяні (ріпак ярий та озимий, редька олійна, гірчиця, суріпиця озима та яра), фацелія та ін. Також широко застосовуються різні суміші: райграсу однорічного з ріпаком або конюшиною персидською чи олександрійською, пелюшки та кормових бобів, вики ярої, пелюшки і ріпаку⁴⁷⁶.

Заслуговує на увагу використання ароматичних рослин в якості зеленого добрива: чорнобривців, нагідків, м'яти, герані та інших⁴⁷⁷.

Аналіз літератури показує, що у світовій практиці для сидерації використовуються понад 50 видів рослин. С.І. Коржков з колегами зауважують: «Пропаганда культивування випадкових культур різних родин (соняшнику, фацелії, суданської трави та ін.) дискредитує саму ідею ефективної сидерації, тому що ці рослини, засвоюючи поживні речовини ґрунту, лише перерозподіляють їх, істотно не поповнюючи валового вмісту».

Внесення сидератів у чистому вигляді (без додавання мінерального азоту чи рідких органічних добрив) може навіть знизити врожайність першої культури через іммобілізацію мікрофлорою ґрунтових запасів азоту та зв'язування його на певний час у недоступні для рослин форми. Також іммобілізація азоту добрив у ґрунті різко збільшується за внесення у ґрунт рослинних решток з низьким вмістом азоту. Тому в системі удобрення обов'язково треба передбачати додавання до подрібненої маси не менш ніж 10 кг/т мінерального азоту або 6–8 т рідкого гною, гноївки, рідкого пташиного посліду^{478 479}.

Також варто зауважити, що чим менше міститься азоту в фітомасі, тим більша його іммобілізація з ґрунтового азоту. Тобто, мікроорганізми надають більшу перевагу азоту рослинного матеріалу, і за низькому вмісті азоту в рослинних рештках вони змушені використовувати ґрунтовий азот⁴⁸⁰.

Бобові трави здатні фіксувати азот, що дає можливість зменшити використання азотних добрив. Однорічні бобові культури мають велике видове різноманіття та широке поширення. До переваг бобових сидератів слід віднести і те, що навіть при зніманні зеленої маси на корм худобі, вміст гумусу і азоту в ґрунті не знижується завдяки великій масі кореневих решток⁴⁸¹.

Крім зв'язування азоту, їх цінність в тому, що уникається ущільнення підґрунтя та утворення водонепроникного шару. Серед них відзначається

⁴⁷⁶ Debruck J. Gründüngung-nochein Baustein der Bodenfruchtbarkeit. Die Zukkerrübe. 1983. № 4. S. 5–10

⁴⁷⁷ Екологічна роль біорізноманіття в культурних фітоценозах / Юрчак Л. Д. та ін. Агроекологічний журнал. 2009. № 1. С. 46–52.

⁴⁷⁸ Носенко Ю. Сидерати: зелена альтернатива. Агробізнес сьогодні. 2011. № 12. С. 24–27

⁴⁷⁹ Носко Б. С. Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агроecosистемах. Харків: «Міськдрук», 2013. 130 с.

⁴⁸⁰ Накопление азота в микробной биомассе серой лесной почвы при разложении растительных остатков / Т. В. Кузнецова и др. Агрохимия. 2003. № 10. С. 3–12.

⁴⁸¹ Синельник Л. Сидеральные культуры и современное земледелие. Зерно. 2007. № 11. С. 23–30.

буркун. Посухо- та зимостійкий, продуктивне насінництво та невисока норма висіву також є важливими чинниками на його користь⁴⁸². Ще однією зі специфічних особливостей бобових культур є високий вміст кальцію⁴⁸³.

В умовах Північного Степу в якості сидерату, як попередника пшениці озимої доцільно вирощувати: горох, вику яру, буркун білий, еспарцет, гірчицю білу, ріпак ярий та озимий, гречку та редьку олійну⁴⁸⁴.

Найповніше вимогам сидерації в парах відповідають багаторічні бобові трави. Вони не вимагають додаткових витрат на підготовку ґрунту та сівбу, тому що роботи проводяться під покривні культури, крім того вони мають здатність засвоювати азот із повітря⁴⁸⁵.

Однією з цінних бобових культур, що формує високі врожаї зеленої маси є буркун білий однорічний. Він володіє комплексом цінних господарських та еколого-біологічних особливостей. Тому інтродукція цієї рослини сприятиме біологізації рослинництва та впровадженню екологічно безпечних прогресивних технологій⁴⁸⁶.

Буркун – дуже пластична рослина, яка росте на багатьох типах ґрунтів, водночас не витримує ґрунтової кислотності. На ґрунтах важкосуглинкового складу, де материнською породою є маловодопроникні суглинки, він також росте добре. Має розгалужену стрижневу кореневу систему, яка проникає в ґрунт на глибину до 3–4 м⁴⁸⁷.

Завдяки значній кількості поживних речовин, які залишаються після гречки, зниженню забур'яненості полів та поліпшенню агрофізичних і хімічних властивостей ґрунтів, вирощування сприяє поліпшенню стану ґрунтів⁴⁸⁸.

⁴⁸² Серединський С. М., Бростовська А. Л. Особливості вибору та застосування сидеральних культур в насичених зерновими та високорентабельними культурами сівоzmінах на волого забезпечених ґрунтах Західного Лісостепу. Зб. наук. праць «Охорона ґрунтів» : мат. міжн. наук.- практ. конф. «Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави». 2014. Вип. 1. С. 290–292.

⁴⁸³ Магницький К. П. Кальциевое питание сельскохозяйственных растений. Агрехимия. 1969. № 12. С. 129–140.

⁴⁸⁴ Десятник Л. М., Льоринець Ф. А. Ефективність сидерального пару як попередника озимої пшениці в Північному Степу. Мат. міжн. наук.-практ. Інтернет-конф. «Аграрна наука: розвиток і перспективи». Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2015. С. 94–95.

⁴⁸⁵ Методические рекомендации по использованию сидеральных культур с целью сохранения почвенного плодородия. В. Д. Абашев и др. / под общей ред. Л. М. Козловой. Киров, 2009. 55 с.

⁴⁸⁶ Місевич О. В., Колпакова О. С. Продуктивність буркуну білого однорічного залежно від агротехнічних заходів в умовах Півдня України. Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, 24 квітня 2015 р. Херсон: ІЗЗ, 2015. С. 101–102.

⁴⁸⁷ Зінченко О. І., Алексеєва О. С., Приходько П. М. [та ін.] Біологічне рослинництво: Навч. посібник / за ред. О. І. Зінченко. Київ: Вища школа, 1996. 239 с.

⁴⁸⁸ Єфіменко Д. Я., Несін І. В. Вплив посівів гречки на поліпшення стану ґрунтів. Зб. наук. праць «Охорона ґрунтів»: мат. міжн. наук.-практ. конф. «Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави». Київ, 2014. Вип. 1. С. 245–248.

У ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області перший урожай біомаси гречки дискують у фазу перших стиглих плодів. Зароблені плоди проростають і у фазу «цвітіння–утворення перших стиглих плодів у рослин» проводиться повторне дискування. За достатнього зволоження формується й третій урожай зеленої маси гречки, який також використовують як сидерат. Завдяки такій технології в ґрунт надходить в близько 65 т біомаси, в якій накопичується 200 кг азоту, 135 – P₂O₅ та 305 кг K₂O⁴⁸⁹.

В якості зеленого добрива в сидеральних парах використовуються рослини з родини Капустяних: гірчиця біла, редька олійна, суріпиця, озимий та ярий ріпак. Особливістю цих культур є те, що вони вирізняються коротким вегетаційним періодом і в стислі терміни здатні накопичувати 2030 т/га фітомаси. Це дозволяє якісно підготувати ґрунт і створити найсприятливіші умови для росту та розвитку наступних посівів озимих⁴⁹⁰.

За використання на сидерацію рослин родини Капустяних слід мати на увазі, що біомаса редьки олійної, ріпаку, свіріпи та інших культур суттєво залежить від наявності в ґрунті азоту та рівня ґрунтової родючості. За низьких запасів азоту і на бідних ґрунтах такі сидерати малоефективні⁴⁹¹.

Серед культур цієї родини найвідомішою є гірчиця. Вона має близько 40 видів та різновидів, серед яких найбільшого поширення отримали гірчиця сиза (сарпетська) і гірчиця біла⁴⁹².

Корені і післяжнивні рештки гірчиці пригнічують розвиток багатьох хвороб, збудники яких живуть у ґрунті. Відрізняється здатністю засвоювати поживні речовини з важкодоступних сполук і переводить їх у засвоювані форми⁴⁹³.

Застосування гірчичних сидератів дає можливість компенсувати значну частину в біологічних формах мінеральних фосфорних і калійних добрив, а найголовніше – підвищує урожай та якість вирощеної продукції. Потужні стрижневі корені гірчиці добре дреноють ґрунт, пронизуючи його на глибину до 160 см і більше. Гірчиця біла накопичує до 30,0 т/га фітомаси. Її висівають в ранні строки, а заробляють у ґрунт у фазі «бутонізація–початок цвітіння»⁴⁹⁴.

⁴⁸⁹ Еколого-економічна ефективність використання сидератів / В. В. Писаренко та ін. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2012. № 3. С. 122–126.

⁴⁹⁰ Рахметов Д. Роль аллелопатии в агрофитоценозах с участием малораспространенных кормово-сидеральных культур. Зерно. 2012. № 11. С. 78–83.

⁴⁹¹ Синельник Л. Сидеральные культуры и современное земледелие. Зерно. 2007. № 11. С. 23–30.

⁴⁹² Горлов С. Л. Результаты исследований по селекции и семеноводству горчицы сарептской, горчицы белой и рыжика. Основные итоги научноисследовательской работы по масличным культурам (к 100-летию ВНИИМК): главный науч. ред. Н. И. Бочкарев. Краснодар, 2012. С. 228–248.

⁴⁹³ Журавель В., Будилка А. Горчица черная – эмблема печали, горчица белая – эмблема любви. Зерно. 2013. № 4. С. 85–91.

⁴⁹⁴ Журавель В., Будилка А. Горчица черная – эмблема печали, горчица белая – эмблема любви. Зерно. 2013. № 4. С. 85–91.

Під гірчицю білу, коренева система якої характеризується високою засвоюваною здатністю, доцільно вносити фосфорне борошно. Норма внесення добрив – $N_{45-90}P_{40-60}K_{40-60}$ ⁴⁹⁵.

Посіви гірчиці не можна розміщувати після інших Капустяних культур, льону олійного, буряку, які мають спільні шкідники і хвороби, а також після соняшнику. Це добрий попередник для зернових колосових, її розміщують поміж двома полями пшениці озимої, що попереджає захворювання кореневими гнилями, пошкодження жужелицею та підвищує врожай зерна пшениці⁴⁹⁶.

Гірчиця має менший, порівняно з іншими спорідненими культурами родини Капустяних, рівень толерантності до ураження основним шкідником сходів – капустяною блішкою, втрати яких можуть сягати 30–100 %. У питанні захисту сходів гірчиці білої від капустяних блішок на перший план виходить чинник максимально раннього (надраннього) терміну проведення сівби культури, що дає змогу «втекти» від масового розповсюдження 47 дорослих особин шкідника. Стосовно способу хімічного захисту культури, то перевагу надають протруєнню насінневого матеріалу⁴⁹⁷.

Редька олійна є вологолюбивою культурою, здатною формувати високий урожай зеленої маси впродовж короткого вегетаційного періоду⁴⁹⁸. За 40–50 діб вегетації формується від 30–40 до 70 т/га листостеблової маси⁴⁹⁹, яка містить 12–14 % сухої речовини⁵⁰⁰. За сівби в сидеральних парах редька олійна є гарним попередником для озимих культур.

Серед інших Капустяних сидератів відзначається меншою вимогливістю до ґрунтів і стабільністю врожаїв. Ефективно поглинає елементи живлення з глибоких шарів ґрунту. Добре розпушує, структурує, дренає, як орний, так і глибші шари ґрунту. Адаптується до погодних умов, швидко росте на холоді, посухостійка, пригнічує нематоди. Наявність у всіх частинах редьки ефірних масл служить профілактичним засобом від накопичення шкідників (дротяники) і грибкових хвороби (ризоктоніозу, парші картоплі), пригнічує нематоду (крім

⁴⁹⁵ Лихочвор В. В. Добривна альтернатива. *Зерно*. 2008. № 3. С. 62–72

⁴⁹⁶ Журавель В., Будилка А. Горчица черная – эмблема печали, горчица белая – эмблема любви. *Зерно*. 2013. № 4. С. 85–91.

⁴⁹⁷ Жуйков О. Г., Логвіновський А. Я Розробка елементів блоку догляду за рослинами в зональній адаптивній технології вирощування гірчиці чорної /*Brassica nigra*/ в незрошуваних умовах Півдня України. Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні технології вирощування зернових, бобових та технічних культур», присвяченої 140-річчю створення ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»: наукове видання. Херсон: ВЦ «Колос», 2014. С. 59–72.

⁴⁹⁸ Квітко Г. П., Гетьман Н. Я., Цицюра Я. Г., Цицюра Т. В. Перспективи вирощування та кормова цінність редьки олійної в Правобережному Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво* 2010. Вип. 67. С. 29–38

⁴⁹⁹ Рахметов Д. Б., Козленко О. М. Фотосинтетична продуктивність перспективних олійних культур у Північному Лісостепу України. *Науковий вісник НАНУ*. 2008. № 121. С. 11–20.

⁵⁰⁰ Кривицкий К. Н. Морфобиологические особенности редьки масличной в связи с введением в культуру на Украине: автореф. дис. канд. биол. наук. Киев, 1986. 15 с.

бурякової). Покращує умови життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів і черв'яків. Також ефективно пригнічує розвиток бур'янів⁵⁰¹, у тому числі – пирію повзучого⁵⁰².

Важливе значення в системі захисту від бурякової нематоди має вирощування стійких до неї сортів гірчиці та редьки олійної, які можна використовувати як для «провокаційних» посівів, так і для вирощування в сидеральних парах, що є ще ефективнішим. Також, проти бурякової нематоди можна висівати вику яру та гречку⁵⁰³. Особлива актуальність цього питання в тому, що нині деякі господарства в сівоzmіні з буряком вводять ріпак, а то й кукурудзу, що не рекомендовано за багатьма чинниками⁵⁰⁴.

Сидерати – повноправна культура в сівоzmіні, тому потрібно дотримуватися санітарного розриву при вирощуванні в сівоzmіні самонесумісних культур та культур з обмеженою самосумісністю⁵⁰⁵.

Також кожний вид сидерату має свої особливості використання на добриво. Так, зелену масу капустияних під озимі зернові культури доцільно подрібнювати, задискувати і через 14 діб заорювати⁵⁰⁶, бобових культур – подрібнювати і заорювати без попередньої експозиції у верхньому шарі ґрунту⁵⁰⁷. Ці особливості пов'язані з хімічним складом сидеральних культур і, насамперед, співвідношенням С : N у біомасі, що визначає швидкість її мінералізації та доступність елементів живлення для наступних культур.

Одним з основних критеріїв оцінки культур для сидерації є їх вплив на режим вологості ґрунту під наступними посівами озимих, тому що у чистих парах вологи накопичується більше, ніж у сидеральних. За роки досліджень 49 до часу заробки фітомаси сидератів запаси доступної вологи у верхньому шарі ґрунту (0–60 см) у сидеральних парах були на 20,8–35,2 мм, а в півтораметровому – на 62,1–85,1 мм нижче, ніж під чистим паром. Однак для

⁵⁰¹ Методические рекомендации по использованию сидеральных культур с целью сохранения почвенного плодородия. В. Д. Абашев и др. / под общей ред. Л. М. Козловой. Киров, 2009. 55 с.

⁵⁰² Кукреш Л. В. Фітоценотичний метод боротьби з пирієм повзучим. Землеробство. 1990. № 4. С. 47–48.

⁵⁰³ Калатур Е. А., Половинчук А. Ю. Защита посевов рапса от свекловичной нематоды. Агроном. 2014. № 3. С. 108–110

⁵⁰⁴ Серединський С. М., Бростовська А. Л. Особливості вибору та застосування сидеральних культур в насичених зерновими та високорентабельними культурами сівоzmінах на волого забезпечених ґрунтах Західного Лісостепу. Зб. наук. праць «Охорона ґрунтів» : мат. міжн. наук.- практ. конф. «Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави». 2014. Вип. 1. С. 290–292

⁵⁰⁵ Кант Г. Зеленое удобрение. Пер. с нем. Б.Д. Кирюшина ; под ред. и с предисл. В. Г. Лошакова. Москва: Колос, 1982. 128 с.

⁵⁰⁶ Технология использования сидератов и средоулучшающих культур в севооборотах Нечерноземной зоны России / Новиков М. Н. и др. Владимир, 2008. 144 с.

⁵⁰⁷ Анисимова Т. Ю. Агрохимическая и технологическая эффективность использования узколистного люпина и соломы в звеньях севооборотов Центрального Нечерноземья: автореф дис. на соискание науч. ступеня к.с.-х. н.: спец. 06.01.04 «Агрохимия». Москва, 2002. 22 с.

дружних сходів озимих та гарного їх розвитку восени в усіх варіантах досліду доступної вологи було достатньо. При цьому водопроникність ґрунту в сидеральних парах була вищою, ніж у чистих, що забезпечує кращу акумуляцію зимових і ранньовесняних опадів. До моменту відновлення весняної вегетації пшениці озимої між чистим і сидеральних парами відмінності у вмісті доступної вологи орного (0–30 см) і підорного (30–60 см) шарів ґрунту були незначні⁵⁰⁸.

Встановлено, що знизити вплив погодних умов на продуктивність культур п'ятипільної зернової сівозміни можна за рахунок післяжнивних посівів гірчиця білої на зелене добриво. В екстремально посушливі періоди вирощування зернових у цій сівозміні під впливом зароблених у ґрунт післяжнивних решток значно покращувався водний режим: запаси доступної вологи у верхньому шарі (0–40 см) ґрунту були на 15–25 %, вищими ніж у сівозміні без сидератів⁵⁰⁹.

Ефективність зеленого добрива зазвичай оцінюється лише приростом урожаю першої удобрювальної культури, а також витратами на його вирощування⁵¹⁰. Тобто, заміна азотних добрив покривними культурами виправдана тільки у випадку збільшення врожаю основних сільськогосподарських культур⁵¹¹.

Навіть за такого підходу сидерати є економічно найвигідним добривом. Від одиниці їхньої маси прибуток у три рази вищий, ніж від безпідстилкового гною⁵¹².

Прийнято порівнювати за удобрювальними властивостями та показниками сидерацію із внесенням підстилкового гною. Так, наприклад, вважають, що заробляння однієї тони зеленого добрива еквівалентно внесенню 0,5 т/га гною⁵¹³, або такої ж кількості гною⁵¹⁴.

Дослідами Пензенського НДІ встановлено, що заробляння фітомаси з 1 га сидерального пару за кількістю органічних речовин еквівалентна внесенню 31–43 т гною, а за сумарною кількістю NPK – 20–30 т⁵¹⁵.

⁵⁰⁸ Юмашев Н. П., Трунов И. А., Полтинин А. П., Дубовик В. А. Роль сидератов в сохранении плодородия черноземных почв // Агро XXI. 2008. № 10–12. С. 36–37.

⁵⁰⁹ Перспективи застосування зеленого добрива (сидератів) на Хмельниччині (методичні рекомендації). Самчики: Хмельницька ДСГДС ІКСГП НААН. 2013. 24 с.

⁵¹⁰ Бердников А., Волкогон В. Сидераты против бесхозяйственности. Зерно. 2013. № 4. С. 128–130

⁵¹¹ Салливан П. Зеленые удобрения: экономия и оздоровление почвы. Зерно. 2013. № 3. С. 125–134.

⁵¹² Рахметов Д. Роль аллелопатии в агрофитоценозах с участием малораспространенных кормово-сидеральных культур. Зерно. 2012. № 11. С. 78–83.

⁵¹³ Качмар О., Бульо В., Сорочинський В., Оліфір Ю. Дешеві зелені добрива. Farmer. 2009. № 3/4. С. 26–28.

⁵¹⁴ Наумкин В. Н., Хлопяников А. М., Наумкин А. В. Направления биологизации земледелия в Центральном регионе. Земледелие. 2010. № 4. С. 5–7.

⁵¹⁵ Зеленин И. Н., Чернышов А. В. Эффективность смесей бобовокапустных культур в звене сидеральный пар озимая пшеница. Земледелие. 2011. № 8. С. 38–40.

Для перерахунку сидеральних добрив за природної вологості в стандартний підстилковий гній рекомендується використовувати коефіцієнт 0,25⁵¹⁶.

Для підвищення вмісту гумусу в орному шарі на 1 %, потрібно внести 85 т/га органічних добрив на пісках, 95 т/га – на легких суглинках, 105 т/га – на ґрунтах середнього та важкого гранулометричного складу⁵¹⁷.

Ефективність зеленого добрива залежить від рівня врожайності сидерату. У люпину білого і буркуну жовтого вона на рівні 35 т/га, кормових бобів – 34 т/га⁵¹⁸.

Збагачення ґрунту елементами живлення при застосуванні сидерації залежить як від накопиченої ними біомаси, так і вмісту в них елементів живлення перед заробкою в ґрунт⁵¹⁹.

В середньому на одному 51 гектарі площі в біомасі накопичується 290–415 кг азоту, 65–97 кг P₂O₅ і 252–338 кг K₂O⁵²⁰.

Ефективність органічних добрив залежить від ступеня стійкості їх до розкладання і мінералізації. Чим легше й швидше це проходить, тим вища їх ефективність як добрива. За швидкого розкладання органічних решток швидше утворюється гумус і вивільнюються зольні елементи. Цим обумовлена ступінь доступності рослинам зольних елементів та азоту. Дози внесених у ґрунт органічних добрив, необхідних для поповнення втрат запасів гумусу, залежать від кількості цих втрат, а отже, від вихідного вмісту гумусу в ґрунті⁵²¹.

Для хімічного складу сидератів характерне вузьке співвідношення C : N. Внесення органічних добрив з вузьким співвідношенням вуглецю і азоту підсилює біологічну активність ґрунту та процеси мінералізації органічних речовин і призводить до накопичення поживних речовин. Екологічні функції зелених добрив проявляються в мобілізації таких елементів живлення, як фосфор, калій, кальцій, магній, манган та ін. із глибших генетичних горизонтів ґрунту, а також з важкодоступних сполук і залучення їх до колообігу речовин⁵²².

⁵¹⁶ Методичні вказівки з охорони ґрунтів. В. О. Греков та ін. Київ, 2011. 108 с.

⁵¹⁷ Ивлев А. М., Дербенцева А. М. Деградация почв и их рекультивация : уч. пособ. ; науч. ред. В. И. Ознобихин. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2002. 77 с.

⁵¹⁸ Бабич Н. Н., Попов Д. Ю. Сравнительное накопление биомассы сидеральными культурами. Аграрная наука. 2007. № 10. С. 22–23.

⁵¹⁹ Комарова Н. А. Длительное последствие сидеральных и занятых паров. Научное обеспечение агропромышленного комплекса России : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Р. Г. Гареева. Казань: Центр инновационных технологий, 2012. С. 232–236.

⁵²⁰ Лебедева Т. Б., Надежкин С. М. Плодородие почв и зелёное удобрение. М.–Пенза : Полиграфист, 1997. 129 с

⁵²¹ Ивлев А. М., Дербенцева А. М. Деградация почв и их рекультивация : уч. пособ. ; науч. ред. В. И. Ознобихин. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2002. 77 с.

⁵²² Шувар І. Сидерація – невід’ємна складова біологічного землеробства. Агробізнес сьогодні. 2014. № 1–2. С. 21–23.

Органи різних видів рослин у ранні періоди вегетації значно відрізняються за вмістом загального азоту. Тому відношення C : N у рослинному матеріалі і є показником здатності до розкладання⁵²³.

Також одним із методів розрахунку доцільності сидерації є перерахунок основних поживних речовин у фізичну масу мінеральних добрив (туків) та розрахунок загальної вартості мікроелементів, внесених у ґрунт^{524 525}.

До переваг зеленого добрива належить дешевизна і можливості застосування в широких масштабах при відносно невеликих витратах. У цьому відношенні вони вигідно відрізняються від інших органічних добрив, які вимагають значних транспортних витрат з доставки до поля, особливо на віддалені площі. За сидерації витрати складаються тільки з вартості насіння, сівби і заорювання сидерату.

Зазначені переваги зелених добрив набувають особливої значення нині у зв'язку з необхідністю зниження витрат енергії на виробництво сільськогосподарської продукції та відтворення родючості ґрунтів. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва і зростання продуктивності землеробства супроводжуються збільшенням витрат невідновлюваної енергії, у тому числі і в результаті зростання обсягу застосування мінеральних добрив, які відносяться до виключно енергоємної продукції⁵²⁶.

За відстані 1,5 км енерговитрати на транспортування і внесення гною більш ніж у три рази перевищують енерговитрати на внесення еквівалентної (за вмістом поживних елементів) кількості мінеральних добрив, і тому за відстані 4,5 км перевага органічних добрив зводиться нанівець. Високі витрати, пов'язані з транспортуванням і внесенням гною, лежать в основі нижчої економічної та енергетичної його ефективності в порівнянні з сидератами⁵²⁷. У польовій зернопаровій сівоzmіні повинен бути сидеральний пар, на тлі якого першою культурою вирощується пшениця озима, другою – пшениця або ячмінь⁵²⁸. За використання сидератів мінеральні добрива, передбачені під просапну культуру (всі або значну їх кількість), слід вносити під сидерат. Це забезпечує високий врожай сидератів, підвищує коефіцієнт використання мінеральних добрив, забезпечує значний екологічний ефект. Вирощування

⁵²³ Накопление азота в микробной биомассе серой лесной почвы при разложении растительных остатков / Т. В. Кузнецова и др. Агрохимия. 2003. № 10. С. 3–12.

⁵²⁴ Салливан П. Зеленые удобрения: экономия и оздоровление почвы. Зерно. 2013. № 3. С. 125–134

⁵²⁵ Еколого-економічна ефективність використання сидератів / В. В. Писаренко та ін. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2012. № 3. С. 122–126.

⁵²⁶ Минеев В., Добрецени Б., Мазур Т. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. Москва: Колос, 1993. 415 с.

⁵²⁷ Милюткин В. А., Марковский А. А., Науметов Р. В. Использование сидератов в лесостепи Поволжья // Земледелие. 1999. № 6. С. 22–23.

⁵²⁸ Цандур М. О. Енергетична та економічна ефективність мінімізованого обробітку ґрунту і різних видів пару в умовах південного степу України. Наукові праці: Науково-методичний журнал. Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могилы, 2008. Т. 82. Вип. 69. Екологія: Сучасний стан родючості ґрунтів та шляхи її збереження. С. 134–138.

сидератів без мінеральних добрив значно знижує їх ефективність через низький урожай сидеральної маси⁵²⁹.

Самостійна форма сидерації у вигляді зайнятих парів буває економічно не вигідною, оскільки таке поле протягом року не дає товарної продукції. Тому результативніше виявляється проміжний варіант у вигляді пожнивних, підсівних, поукісних, озимих та інших рослин. Вони вирощуються в теплий період року, вільний від вирощування основних культур сівозміни, дозволяють найповніше використовувати агрокліматичні ресурси, добрива, техніку, зрошувальні системи, робочу силу та отримувати 2–3 урожаї на рік. Крім збирання додаткового врожаю зерна, зелених кормів або сидеральної маси, особливе значення має агроекологічна та фітосанітарна функції проміжних культур при різному застосуванні. Їхній зелений покрив подовжує період позитивного впливу сільськогосподарських рослин на ґрунт як у літньо–осінній час у разі пожнивних, поукісних, підсівних посівів, так і в ранньовесняний етап за рахунок озимих культур. Крім того, таке рішення дозволяє захистити ґрунт від перегріву в літню спеку, промерзання взимку, руйнівної дії зливових дощів навесні, влітку та восени, талих вод ранньою весною. Щільний зелений покрив проміжних культур пригнічує зростання бур'янів, знижуючи забруднення полів, порушує звичайні біологічні цикли розвитку шкідників та збудників хвороб основних рослин. Їхнє видове розмаїття створює сприятливі передумови для реалізації принципів плодозміни та посилення фітосанітарних та екологічних функцій сівозміни. Ресурси цих методів відіграють велику роль при використанні пожнивних та інших проміжних рослин як зелене добриво.

В умовах Центрального Лісостепу перспективними сидеральними культурами є пожнивні посіви гірчиці білої, ріпаку, олійної редьки та фацелії. На жаль, люпин, сераделла, горох, пелюшка та інші бобові в цих умовах малоприсадибні, оскільки при посіві після збирання озимих зернових на початку серпня вони довго сходять, повільно ростуть і до настання осінніх холодів не дають урожаю зеленої маси, що виправдовує витрати на їх внесення.

Встановлено⁵³⁰, що найбільшою стійкістю до несприятливих погодних умов у пожнивний період на території Нечорноземної зони відрізняється біла гірчиця. Її повні сходи з'являються на 4–5 добу після посіву, швидко ростуть, надійно протистоять ранньоосіннім заморозкам і за 45–50 днів при стартовій дозі азотних добрив у 45–50 кг/га діючої речовини здатні накопичити 20–30 т/га зеленої маси та 6–10 т/га коренів. В окремі роки загальна кількість органічної маси, синтезованої пожнивною гірчицею, може досягати 45 ц/га, причому з нею в ґрунт надходить до 18 ц/га вуглецю. Крім того, у центнері абсолютно сухої органічної речовини цієї культури міститься 38,6 кг вуглецю, 3,1 кг азоту, 1,1 кг оксиду фосфору та 1,9 кг оксиду калію. Зелена маса багата на азот, що забезпечує його вузьке співвідношення з вуглецем – 10–12:1, а також високу

⁵²⁹ Седіло Г. М. Удосконалення систем удобрення сільськогосподарських культур у сучасних умовах. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2007. Вип. 49. С. 3–7.

⁵³⁰ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение — значение и перспективы сидерации. URL: <https://www.agbz.ru/articles/sideratsiya/>.

удобрювальну цінність. При насиченні зернової сівозміни поживним сидератом в обсязі до 50% від площі ріллі надходження органічної речовини до дерново-підзолистого суглинистого ґрунту збільшується на 46%.

Однак для накопичення гумусу з позицій екології важливо, щоб надмірна біологічна активність не призводила до повної мінералізації органічних компонентів, що вносяться. Тому ефективним вважається поєднання зеленого добрива з подрібненою соломою, яка врівноважує процеси перетворення біоречовини в землі на користь формування позитивного гумусового балансу. Поживна сидерація спільно з добривом подрібненою соломою в дозуванні 5–6 т/га на тлі мінеральних підживлень і вапнування території добре вписується в сучасну технологію вирощування зернових культур і позитивно впливає на значні фізичні, хімічні та біологічні показники родючості. Так, при її використанні протягом двох шестирічних зернових ротацій кількість гумусу у шарі 0–40 см збільшувалася на 0,48%, тобто практично на стільки ж, як у плодозмінній сівозміні з двома полями багаторічних трав – 0,49%.

Гумус є важливим фактором утворення структурних агрегатів у землі. Даною обставиною пояснюється той факт, що підвищення вмісту цієї речовини у ґрунті після поживної сидерації супроводжувалося збільшенням кількості водомісних структурних агрегатів у орному шарі 0–20 см із 34,2 до 40,1%. При цьому щільність покриву під посівами вівса та ячменю знижувалася з 1,3–1,31 до 1,2–1,22 г/см³, а водопроникність зростала на 19–65%. Подібне поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту має велике агроекологічне значення, оскільки з підвищенням водопроникності поверхневий стік талих та зливових вод переходить у внутрішній, за рахунок чого знімається загроза розвитку водної ерозії на поверхні землі.

Вказується⁵³¹, що заорювання зеленого добрива істотно впливає на динаміку азоту в ґрунті. Так, подібне рішення у сівозміні з 83% зернових у чистому вигляді підвищувало коефіцієнт використання цього елемента мінеральних добавок ячменем на 13%, вівсом – на 36%, а у поєднанні із соломою – на 22 та 69% відповідно. При цьому поживний сидерат збільшував закріплення цього елемента у ґрунті з 6,8 до 17,5%, у комплексі із соломою – до 23,9%. Підвищуючи коефіцієнт використання азоту з туків, зелене добриво разом із соломою знижувало непродуктивні втрати цього елемента на 35–43%. Тим самим воно виконувало важливу екологічну функцію захисту навколишнього середовища від забруднення домішками агрохімічної продукції.

Поживне зелене добриво з вузьким співвідношенням вуглецю та азоту також підвищує біологічну активність ґрунту та відіграє роль каталізатора при розкладанні стерні у ґрунті. Встановлено, що після сидерату на наступний рік у орному шарі під час вегетації ячменю або вівса розкладалося 55–65% залишків, після внесення мінеральних підживлень – 42–47%, без добрив – 36%. Ця обставина має велике фітосанітарне та екологічне значення, оскільки зелене добриво збільшує чисельність сапрофітної мікрофлори, яка є активним

⁵³¹ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение — значение и перспективы сидерации. URL: <https://www.agbz.ru/articles/sideratsiya/>.

антагоністом ґрунтових грибів – збудників багатьох хвороб культурних рослин. В результаті цих процесів після сидерації ураження картоплі паршою звичайною знижувалося в 2,2–2,4 рази, ризоктоніозом – в 1,7–5,3 рази, а ячменю кореневими гнилями – в 1,5–2 рази.

Використання поживних добрив має позитивне фітосанітарне значення щодо чисельності шкідливих комах, що вражають посіви польових культур. Так, після заорання зеленої маси сидеральної гірчиці в умовах Брянської області ярий овес мав прискорене зростання, і у фазу кушіння його рослини уникали ураження личинками шведської мухи. З цієї причини рівень ушкоджень знижувався на 30%. Крім цього, голландські вчені відзначали скорочення у ґрунті кількості цист бурякової нематоди після поживних посівів олійної редьки. Причиною оздоровлення є пригнічуюча дія корневих виділень цієї сільськогосподарської культури. Така біологічна дія цього сидерата екологічно важлива з позицій обмеження застосування пестицидів як фактора ризику для навколишнього середовища.

Екологічна та фітосанітарна функції поживної сидерації проявляються у зниженні після неї засміченості основних культур сівозміни. Висока ефективність, що сороочищає, даної процедури як у чистому вигляді, так і в поєднанні з добривом соломою також спостерігалася при беззмінних посівах ячменю, коли сидеральна гірчиця оброблялася і запахувалася під нього щорічно, тоді як у сівозміні – лише раз на 2 роки. У ряді випадків очищувальна дія зеленого добрива дозволяла зняти питання про застосування гербіцидів і цим вирішити важливу агроекологічну проблему – знизити пестицидне навантаження на агрофітоценоз.

Підкреслюється⁵³², що поживна сидерація сприятливо позначається на зростанні та розвитку рослин, продуктивності та якості врожаю основних культур сівозміни. Наприклад, на середньосуглинистих дерново-підзолистих ґрунтах Московської області внесення 20 т/га гною підвищувало збори картоплі на 48%, рівноцінну їй кількість мінеральних добрив – на 36%, тоді як заорювання зеленої маси поживної гірчиці в обсязі 15–20 т/га – на 49,8%, а в поєднанні з соломою в кількості 5–6 т/га – на 58,6%. При цьому збільшувалися товарність бульб та вміст у них крохмалю. На супіщаних дерново-підзолистих ґрунтах Брянської області, після заорювання від 12 до 20 т/га зеленої маси гірчиці білої, редьки олійної або ріпаку озимого, врожайність картоплі зростала на 86%, після внесення рівнозначної кількості гною – на 46%, мінеральних – на 84%. Поєднання сидерату з соломою на фоні туків збільшувало продуктивність ячменю та вівса на 50,5 і 51,2% відповідно, зеленої маси вікоовсяної суміші – на 34%. Поживне зелене добриво як у чистому вигляді, так і в комплексі з соломою мало хорошу післядію у сівозмінах та підвищувало їх ефективність на 17–20%. Особливо продуктивне застосування сидерату в спеціалізованих зернових ротаціях. Раніше було встановлено, що його багаторічне використання з добривом соломою у сівозміні з 83% зернових підвищує

⁵³² Лошаков В.Г. Зеленое удобрение — значение и перспективы сидерации. URL: <https://www.agbz.ru/articles/sideratsiya/>.

основні показники родючості дерново–підзолистого середньосуглинистого ґрунту, покращує фітосанітарну та екологічну ситуацію у сівозміні, збільшує врожайність основних культур, вихід зерна та загальний рівень. Крім цього, поживна сидерація забезпечує отримання пшениці якістю не нижче, ніж у плодозмінних сівозмінах.

Зелене добриво дуже впливає не лише на врожай, а й на якість сільськогосподарської продукції зокрема на вміст білка в зерні. На даний час встановлено, що з усіх елементів мінерального живлення прямий вплив на накопичення білка в зерні злакових культур має лише азот. При поліпшенні умов азотного живлення підвищується концентрація азоту в вегетативних органах і кількість азоту в рослині, що припадають на одиницю маси зерна, а це веде до підвищення білка в зерні. Азот безпосередньо входить до складу білкової молекули, його вміст у білку становить 17%. Звідси видно, що поліпшення умов азотного живлення призводить до підвищення вмісту білка у зерні. Правильне застосування азотних добрив дозволяє у виробничих умовах значно повісити вміст білка в зерні: у пшениці озимої на 2,5–3%, у ярої – на 2,0 – 2,5%⁵³³.

Так, у дослідженні⁵³⁴ вивчалось ефективність застосування сидератів залежно від глибини заробки. При цьому встановлено, що при використанні гірчиці білої на зелене добриво на дерново–підзолистому ґрунті Московської області при весняному посіві містилося азоту – 2,75%, фосфору – 0,55%, калію – 1,24%, значно нижче порівняно весняним поживним речовинам відзначалося поживним посіві, 2,61%, 0,60%, 1,19% відповідно. У наших дослідженнях, при весняному терміні посіву та врожайності гірчиці білої в 30,4 ц/га у ґрунт надійшло додатково 70,2 кг/га азоту, 14,0 кг/га фосфору та 31, 7 кг/га калію, при літньому терміні посіву відповідно 20,4, 7,7,8,2 кг/га. При весняному терміні посіву вміст азоту в сухій речовині був на 65 %, фосфору 34% і калію на 70% ніж за літньому терміні посіву. Таким чином, вивчення сівби гірчиці білої на зелене добриво дозволило виявити перевагу весняного терміну порівняно з літнім, яке виражається у збільшенні врожайності зеленої маси на 16% та підвищенні вмісту поживних речовин у сухій масі 1,5–3,0 рази.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що при весняному терміні сівби та маса коренів 5,2 ц/га у ґрунт додатково надійшло 44 кг/га азоту, 26 кг/га фосфору, та 65 кг/га калію, а при осінньому терміні посіву відповідно – 45, 14, 19.

У посушливому 2014 році (відсутністю опадів у період липень – серпень) прискорило дозрівання ярої пшениці. Ефективність сидератної пару значною

⁵³³ Медведева А. Влияние глубины заделки зеленого удобрения на урожайность и качество сельскохозяйственных культур. URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastanii/zrast/vlijanie-glubiny-zadelki-zelenogo-udobrenija-na-urozhainost-i-kachestvo-selskohozjaistvennyh-kultur.html>.

⁵³⁴ Медведева А. Влияние глубины заделки зеленого удобрения на урожайность и качество сельскохозяйственных культур. URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastanii/zrast/vlijanie-glubiny-zadelki-zelenogo-udobrenija-na-urozhainost-i-kachestvo-selskohozjaistvennyh-kultur.html>.

мірою визначалося глибиною закладення зеленого добрива. У цьому відношенні безперечна перевага знаходиться на стороні раннього травневого терміну, але при цьому умови глибокого загортання гірчиці білої (25–27 см.). Найнижчий урожай ярої пшениці 3.13 т/га одержано на фоні без застосування добрив (контроль). Застосування мінеральних добрив у дозі N₆₀P₆₀K₆₀ підвищувало врожайність до 3,96 т/га чи 10,1 % (табл.). Важливо підкреслити, що закладення сидерату на (25–27 см) забезпечувала порівняно з дрібною, суттєву надбавку врожаю при червневому терміні закладення сидеральної пару у 2013 р. на 0,61 т/га або на 16, 6 %. Урожайність ярої пшениці сорту Злата (при збиранні 9 серпня 2014 року) т/га характеризує *таблиця 2.1*

Таблиця 2.1

Вплив глибини заробки сидератів на урожайність ярої пшениці⁵³⁵

№ п/п	Варіанти досліду	Глибина заробки	Повторення варіантів, т/га			Середня т/га
1	Контроль Сидерат	20 –22	3,64	2.72	3,04	3,13
2	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ Сидерат	20–22	4,12	3.58	4,18	3,96
3	Сидерат 73 т/га	8–10	3,30	2.88	3,36	3,18
4		20 –22см	4,04	4.08	4,16	4,00
5		25–27 см	4,72	4.76	4,18	4,55
6	НІР ₀₅					0,52

З таблиці видно, що яра пшениця позитивно відгукується на зелене добриво у вигляді гірчиці білої, забезпечуючи збільшення не лише зерна, а й білка, клейковини в зерні. Підвищення вмісту білка в зерні під впливом умов вирощування і зокрема поліпшення азотного живлення під виглядом зеленого добрива відбувається в основному в результаті підвищення показника забезпеченості зерна азотом за рахунок збільшення концентрації азоту в вегетативних органах (в листі, в стеблах, в колосях), де головним чином є результат зниження частки зерна в загальному, біологічному врожаї.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що при весняному терміні сівби та масі коренів 5,2 ц/га у ґрунт додатково надійшло 44 кг/га азоту, 26 кг/га фосфору, та 65 кг/га калію, а при осінньому терміні посіву відповідно – 45, 14, 19.

Підвищення вмісту білка в зерні під впливом умов вирощування, і зокрема покращення азотного живлення під виглядом зеленого добрива відбувається

⁵³⁵ Медведева А. Влияние глубины заделки зеленого удобрения на урожайность и качество сельскохозяйственных культур. URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastanii/zrast/vlijanie-glubiny-zadelki-zelenogo-udobrenija-na-urozhainost-i-kachestvo-selskohozaistvennyh-kultur.html>.

здебільшого в результаті підвищення показника забезпеченості зерна азотом за рахунок збільшення концентрації азоту у вегетативних органах, де головним чином є результат зниження довжини зерна загалом, біологічному. врожаю. Технологічні показники якості зерна ярої пшениці сорту Злата показано в *табл.* Серед глибин закладення зеленого добрива, що вивчаються, в посушливий вегетаційний період 2014 року перевагу за вмістом білка має глибоке закладення сидерату на 25–27см. це пояснюється тим, що основна маса кореневої системи гірчиці білої залягає на глибину більше 30 см і викачує необхідні мінеральні елементи доступні для культурних рослин (*табл. 2.2*).

Таблиця 2.2

Вплив глибини заробки сидерату на якість урожаю ярої пшениці⁵³⁶.

Варианти дослідів	Глибина заробки	Білок, %	Клейковина %	Крохмаль, %
Сидеральный* пар (контроль)	20–22см	13,1	26,7	59,3
Сидеральный пар N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	20–22см	12,9	26,5	58,5
Сидеральный Пар (8–10 см)	8–10см	12,8	25,3	59,6
Сидеральный пар (20–22 см)	20–22см	14,2	28,5	59,6
Сидеральный пар (25–27 см)	25–27см	14,2	29,5	58,7

*1,2 –варіанти весняний термін посіву білої гірчиці, а 3,4,5,– варіанти три терміни посіву білої гірчиці (+літній та осінній).

Таким чином, вміст білка в зерні збільшувався з 31,1% на контролі без застосування добрив до 14,2% або на 7,8% при глибокому закладенні, клейковини відповідно до 29,5% або на 9,5%, а вміст крохмалю був практично однаково за всіма варіантами досвіду. При цьому, на вміст білка та клейковини в зерні впливає глибина загортання сидерату в ґрунт. У варіантах сидерального пару при глибокій (25–27см) заробці гірчиці білої було отримано зерно ярої пшениці з вмістом масової частки білка та сирогої клейковини, яка відповідає вимогам 2–го товарного класу.

Подібні результати було відмічено і при застосуванні сидерації при вирощуванні товарної картоплі (*табл. 2.3*).

Узагальнюючи на підставі вказаної публікації Медведєвої, зелені добрива істотно впливають не тільки на урожайність, а й якість сільськогосподарської продукції, а саме на вміст білка і крохмалю як і на зернових, а так само і на просапних культурах.

⁵³⁶ Медведєва А. Влияние глубины заделки зеленого удобрения на урожайность и качество сельскохозяйственных культур. URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastanii/zrast/vlijanie-glubiny-zadelki-zelenogo-udobrenija-na-urozhainost-i-kachestvo-selskoho-zajistvennyh-kultur.html>.

Крім того, при поліпшенні умови азотного живлення у вигляді зеленого добрива підвищується концентрації азоту у вегетативних органах і кількість азоту в рослині, що знаходяться на одиницю маси зерна, а це дозволяє до підвищення білка в зерні.

Таблиця 2.3

Вплив різних варіантів сидерації на урожайність та якість картоплі⁵³⁷

Варіант	Урожайність т/га	Фракції в %			Товарність, %	Крохмаль %
		0<30	30<50	50 < 80		
Контроль	97,2	14,4	34,2	51,4	43,3	16,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	116,0	16,8	30,9	52,3	43,6	19,5
8–10 см	83,0	20,6	26,1	53,2	46,8	16,8
20–22 см	77,0	22,3	33,3	44,4	55,6	17,3
25–27 см	66,0	20,0	40,0	40,0	60,0	18,3

На підставі цього, зелене добриво є важливим екологічним та фітосанітарним фактором сучасного адаптивно–ландшафтного землеробства, покликаного за допомогою органомінеральних систем у плодозмінних та спеціалізованих сівозмінах гарантувати не лише відтворення родючості угідь, а й високі, стійкі врожаї екологічно чистої продукції. При цьому досягається стабільна біорівновага в агрофітоценозах та на навколишній території.

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності побічної продукції рослинництва є сумісне їх застосування із зеленою масою сидеральних культур. За набуття органічним оператором власного досвіду з підсівної сидерації зернових культур люпином, буркуном, ефективним заходом буде вирощування підпокровної культури з високим зрізом під час збирання соломи зернових. Підсів сидератів здорощується і залишається разом із подрібненою соломою і стернею до весни наступного року, відіграючи роль мульчі, затримуючи вологу. За можливості, після пожнивної сидерації солому подрібнюють, дискують і після оранки наприкінці липня висівають горох, або вику яру у сумішах із ріпаком ярим чи перко. У першій половині серпня висівають швидкорослі культури – гірчицю або редьку олійну, фацелію. Сидерат із соломою заорюють восени, або навесні. Сполучення сидеральної культури із соломою уповільнює процеси мінералізації зеленої маси від 55 до 45%, а гуміфікація підвищується до 0,25%, тоді як без соломи – у 1,5 рази менше⁵³⁸.

⁵³⁷ Медведева А. Влияние глубины заделки зеленого удобрения на урожайность и качество сельскохозяйственных культур. URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastanii/zrast/vlijanie-glubiny-zadelki-zelenogo-udobrenija-na-urozhainost-i-kachestvo-selskohozjaistvennyh-kultur.html>.

⁵³⁸ Сорочинський В.В., Бульо В.С., Польовий В.М. Використання сидератів і соломи на добриво – реальний шлях підвищення родючості ґрунтів Західного регіону. Львів: Оброшине «ІЗТР НААН», 2015. 20с.

Такий аспект забезпечується тому, що співвідношення C:N у сидератах коливається у межах як: 20:25, а в соломі – 80:1. Додатковий енергетичний матеріал у вигляді вуглецю за наявності азоту сидератів раціональніше синтезується у гумусні сполуки, ніж це відбувається в окремо взятих компонентах. Для нестандартних ситуацій, коли в органічного оператора відсутні компенсуючі матеріали, а застосування азотних добрив не дозволене найкращий вихід із цього полягатиме у залишенні на поверхні поля подрібненої маси побічної продукції без заробляння її у ґрунт, що дає можливість часткової трансформації лігніну під дією вологи, окиснення аеробними мікроорганізмами до певної мінералізації з відсутністю негативної дії на наступну культуру, яка буде висіяна по ній. Адже у свіжій соломі виділено низку похідних фенолу, розчинних форм саліцилової і дегідростеаринової кислот та інших органічних кислот, що є фітотоксичними і затримують розвиток кореневої системи рослини. Частково мінералізована маса соломи на поверхні ґрунту усуває цю загрозу. Процеси трансформації соломи у ґрунті сприяють мінералізації до 46% соломистих решток, за 1,5–2 роки – 80%. Новоутворення гумусу за цей час становить 90–100 кг/т, поновлюючи його лабільний фонд, що є джерелом мінерального живлення рослин. Поєднання в системах удобрення органічного землеробства соломи і сидератів і його технологічні рішення в майбутньому наукою й виробництвом забезпечить широке впровадження цього ефективного агрономічного і екологічного заходу⁵³⁹. У світовій культурі сидерації застосовують понад 60 різновидів бобових, капустяних і злакових культур як окремо, так і в їх сумішах. Зелені добрива певною мірою зближують умови агроценозів із біоценозами і оптимізують умови мінерального живлення культури, під яку їх застосовують. У цьому плані придатність культур на добриво визначається не лише їх азотфіксувальним потенціалом, але і потужністю кореневої системи, а також ефектом оструктурювання ґрунту.

Вибір сидерату визначається біологічними особливостями рослини, включаючи відношення до рівня ґрунтової родючості з урахуванням вмісту гумусу і елементів живлення, важлива також реакція ґрунтового розчину. Такі злакові культури, як жито озиме і його різновидності (зеленоукісне і багаторічне), овес, пажитниця, переносять підвищену кислотність ґрунту і невеликий вміст у ньому поживних речовин. Бобові, на відміну від злакових, краще ростуть на родючих ґрунтах (за винятком багаторічного люпину), не потребують додаткового внесення азоту, але не миряться із забур'яненістю полів і не можуть за короткий період вегетації наростити значну біомасу. Капустяні культури краще ростуть на родючих ґрунтах, пригнічуються бур'янами, негативно реагують на нестачу вологи, дефіцит азоту. Вони потребують високого рівня культури землеробства, за винятком редьки олійної, яка за своєю потребою до ґрунтових умов відрізняється від інших капустяних

⁵³⁹ Культура сидерації. Наукові основи ефективного застосування зелених добрив у господарствах різних форм власності / за ред. Дегодюка Е.Г., Булигіна С.Ю., Камінський В.Ф., Дегодюк С.Є., Літвінова О.А., Єрмолаєв М.М., Вовкогон В.В., Булигін С.Ю., Дишлюк В.Є. Київ: Аграрна наука, 2013 80 с.

відносною невибагливістю. Для післяжнивної сівби, незалежно від її призначення, придатні лише ті культури, які є, передусім, скоростиглими, нечутливими до низьких температур повітря і ґрунту та до зменшення інтенсивності сонячної радіації і світлового дня, холодо- й морозостійкими. Такими скоростиглими і невибагливими до тепла є рослини з родини капустяних, кращими з них є суріпиці яра і озима, гірчиця біла, редька олійна, ріпак озимий і ярий. Форми сидерації. Вибір форми сидерації диктується ґрунтово-кліматичними і економічними умовами виробника сільськогосподарської продукції. Форми сидерації визначаються вибором способу висіву або підсіву сидеральних культур.

Переваги зеленого добрива⁵⁴⁰

1. *Накопичення азоту (N)*. Бобові сидерати збагачують ґрунт азотом, який „беруть” із повітря бульбочкові бактерії, розміщені на їхньому корінні. Накопиченого азоту вистачає як сидеральній культурі, так і наступній після неї. При врожаї сидеральних культур 350–400 ц/га з нього надходить у ґрунт 150–250 кг/га загального азоту, що дорівнює внесенню приблизно 30–40 т/га гною.

2. *Накопичення гумусу*. Зелене добриво – важливе джерело поповнення органічної речовини. Культури, які вирощують на зелене добриво, по-різному впливають на накопичення гумусу. Це залежить від того, чи використовується на добриво наземна маса сидерату, чи вона заорюється на місці росту з кореневою системою, чи у ґрунт заорюються тільки пожнивно-кореневі залишки. Накопичення гумусу залежить і від строку заорювання сидерату. Весняне заорювання створює кращі умови для збереження і накопичення органічної речовини.

Як вказує О.М. Бердніков, заорана пізно восени зелена маса пожнивної бобової культури (150–200 ц) за дією рівноцінна внесенню 20 тоннам гною на 1 гектар, однорічний люпин дає 80–160 ц/га корневих і пожнивних залишків з коефіцієнтом гуміфікації 0,15–0,25, ріпак при використанні на зелене добриво залишає у ґрунті 1,0–1,5 т/га рослинних залишків або більше 200 кг/га гумусу (коефіцієнт гуміфікації 0,15–0,20).

3. *Покращання повітряного і водного режимів ґрунту*. Після заорювання зеленої маси сидератів по ходах відмерлих коренів добре проходить аерація та покращується водний режим.

4. *Менше вимивання поживних речовин (N+Ca+K)*. На піщаних ґрунтах Полісся проміжні посіви сидератів під час осінніх дощів затримують від вимивання легкорозчинні форми поживних речовин, насамперед азоту.

5. *Більш ефективне використання поживних речовин із нижніх шарів ґрунту для формування врожаю*. Дощова вода у верхніх шарах ґрунту розчиняє поживні речовини і виносить їх у нижні горизонти, проте сільгоспкультури використати їх звідти не можуть. Коріння сидератів поглинає із ґрунтових вод ці поживні речовини і використовує для формування маси, фактично пожива залишається у орному шарі.

⁵⁴⁰ Переваги та недоліки зелених добрив. URL; <https://a7d.com.ua/plants/1108-perevagi-ta-nedoliki-zelenikh-dobriv.html>

6. *Зменшення ерозії (укріплення ґрунту)*. Протягом літньо–осіннього періоду ґрунт під сидератами менше розмивається і менше ущільнюється дощами, вода не стікає по поверхні, не змиває його родючого шару, а поглинається, поповнюючи запаси вологи. Отже, зелені добрива потрібно розглядати як захід зменшення процесів водної і вітрової ерозії.

7. *Затінення ґрунту (ґрунтозахист)*. Ґрунт під сидератами не так перегрівається, не пересихає, у ньому активно діють мікроорганізми, дощові черви, які також працюють на збагачення орного шару органічними речовинами. Поверхню ґрунту захищає рослинний покрив і хоч на короткий період створюються умови, наближені до природних для відновлення родючості ґрунтів.

8. *Оструктурування ґрунту (біологічний обробіток ґрунту)*. К.І.Довбаном встановлено, що широке впровадження сидерації у сівозмінах Полісся на дерново–підзолистому ґрунті сприяє збільшенню вмісту не тільки загальної кількості водостійких агрегатів, проте й найбільш цінної її фракції – агрегатів діаметром більше 1 мм.

9. *Розпушення орного та підорного шарів*. При вирощуванні сидератів у орному і підорному шарах розміщена основна маса коренів рослин, яка добре розпушує ґрунт.

10. *Зниження солонцюватості ґрунту*. Буркун – одна із солестійких культур, тому її можна вирощувати на солонцюватих ґрунтах у вигляді фітомеліоранту. Після заорювання буркуна у ходах його відмерлих коренів солі із солонцюватих горизонтів вимиваються у глибокі шари ґрунту. Потужною кореневою системою він також дістає із глибоких шарів ґрунту кальцій, а після заорювання і мінералізації маси вивільняє і витісняє натрій із ґрунтово–вбирного комплексу ґрунту.

11. *Покращання біологічної активності ґрунту*. Застосування сидератів у сівозмінах стимулює збільшення чисельності ґрунтових мікроорганізмів, збагачує їх кількісний склад і сприяє підвищенню біологічної активності ґрунту. В результаті покращується родючість ґрунтів і врожай сільгоспкультур.

12. *Боротьба з бур'янами за рахунок затінення їх сидеральною культурою і антагоністичної дії*.

13. *Боротьба з хворобами*. При заорюванні зеленої маси зеленого добрива посилюється активність великої групи сапрофітних ґрунтових мікроорганізмів, які є антагоністами багатьох збудників хвороб.

14. *Боротьба зі шкідниками (зниження чисельності нематод)*. При вирощуванні основних культур рекомендується у сівозміну вводити ті сидеральні культури, які відлякують нематоди.

15. *Підвищення врожайності наступної культури* при меншому застосуванні азоту або більшій ефективності впливу заходів (внесення добрив, обробітку ґрунту). Широке застосування зеленого добрива сприяє відтворенню родючості ґрунтів і підвищенню врожайності агрокультур. Прибавка врожаю від сидерації складає: пшениці – 1,7–4,3 ц/га, картоплі – 50–90, цукрового

буряку 50–140, зеленої маси кукурудзи – 70–130, зерна кукурудзи – 9–13, гречки – 6–10 центнерів з гектара.

Недоліки зеленого добрива⁵⁴¹

1. Деякі сидерати мають вузьке співвідношення C:N, що може призвести до зниження органічної речовини у ґрунті. Щоб запобігти цьому, доцільно застосовувати зелене добриво сукупно з невисокими нормами підстилкового гною (до 10 т/га) або з соломою, яка залишається на полі.

2. Люпин не переносить високого вмісту у ґрунті кальцію і тому його не вигідно вирощувати на карбонатних чорноземах. Тож на цих ґрунтах потрібно використовувати інші сидерати.

3. Одним із недоліків сидерації є висушування ґрунту під час вегетації. У засушливі періоди заорювання їх може бути неефективне. Це часто спостерігається у сидеральних парах, коли сидерати заорюють із запізненням (незадовго до посіву озимих).

4. Втрати гумусу при дуже інтенсивному обробітку в теплу пору року (під посів озимої проміжної або пожнивної культури).

5. Велике споживання води у посушливих районах при неправильному виборі культури або високих дозах азоту (можлива відсутність чи зрідження сходів внаслідок нестачі води).

6. Велике розповсюдження хвороб (зернових, конюшини) або шкідників (нематод) при допущених помилках (неправильний вибір культури або тривалості її вирощування).

У землеробстві всі технічні та економічні міркування та накопичений досвід спеціалістів знаходять своє завершення у запровадженій сівоzmіні. Тож досліди із зеленим добривом бажано проводити у кожному господарстві. Та отримані результати можуть сильно різнитися, їх не слід використовувати в інших господарствах.

Число видів сидеральних культур, які можна вирощувати, дуже велике. Воно обмежується часом вегетації цієї культури, типом ґрунту (можливістю його обробітку) і кліматичними умовами вирощування, особливо кількістю опадів, а також технічним забезпеченням господарства і вартістю посівного матеріалу.

Сидерати можна вирощувати при:

- підвищенні врожаю наступної культури;
- покращенні передпосівного або основного обробітку ґрунту;
- зменшенні норм мінерального азоту, які вносять під наступну культуру;
- великому запасі доступної вологи у ґрунті завдяки великій глибині проникання коренів після вирощуваного зеленого добрива;
- зниженні чисельності збудників хвороб або шкідників при вирощуванні наступних культур.

Розрізняють такі форми сидерації⁵⁴²: (рис. 2.1).

⁵⁴¹ Переваги та недоліки зелених добрив. URL; <https://a7d.com.ua/plants/1108-perevagi-ta-nedoliki-zelenikh-dobriv.html>

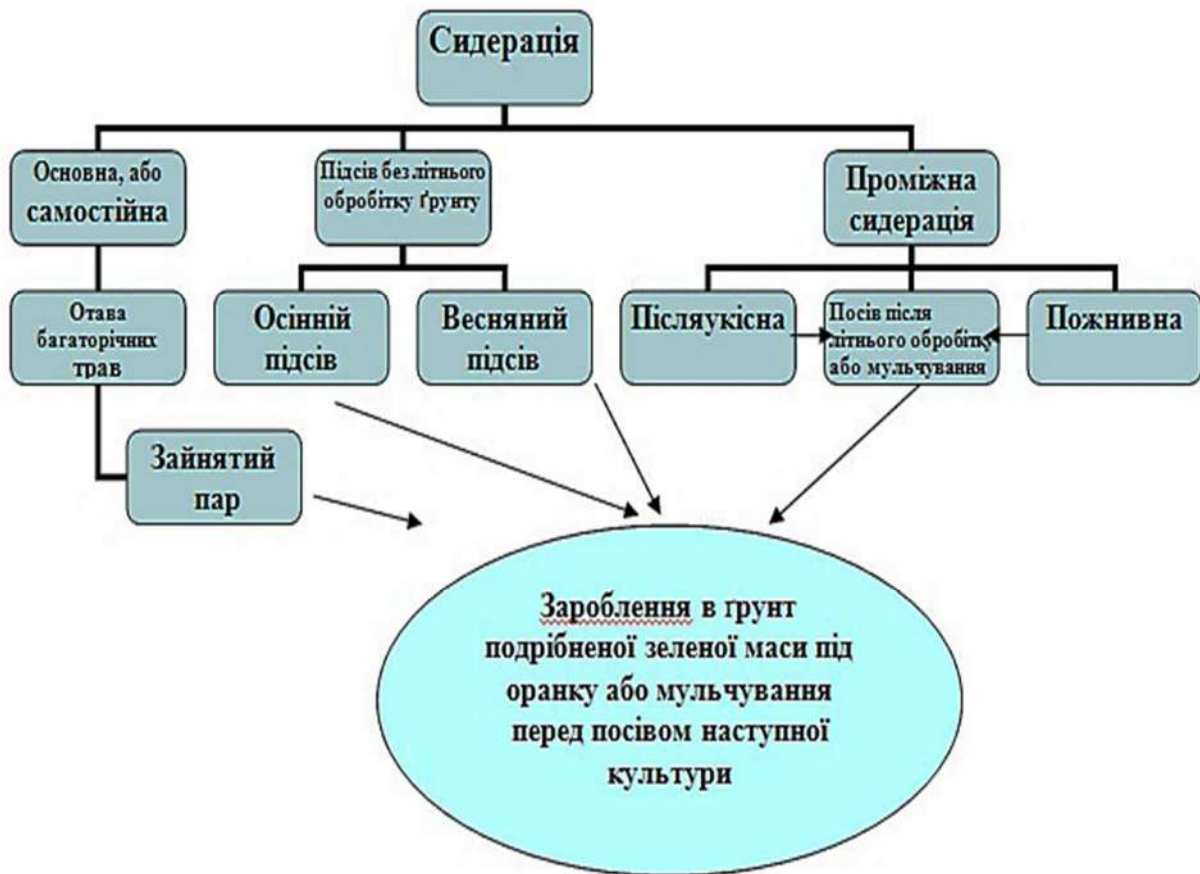


Рисунок. 2.1 – Форми сидерації рекомендовані в Україні (розробка ННЦ «Інститут землеробства НААНУ»).

Сидеральні культури – невід’ємна частина будь-якої системи землеробства. Існуючі класичні форми сидерації, у зв’язку із зміною клімату, стають неефективними через нестабільність атмосферних опадів на час посіву сидеральних культур, навіть у зонах достатнього зволоження.

Залежно від виду та мети вирощування культур сидерати можуть займати поле протягом одного або кількох вегетаційних сезонів (самостійні посіви), вирощуватись спільно з іншою основною культурою або у її міжряддях (підсівні), а також протягом короткого періоду від збирання однієї культури до сівби. іншої (проміжні) або після відростання стерни багаторічних трав (отавні).

Систему сидерації необхідно ідентифікувати із системою рослинництва, яка визначається ґрунтово-кліматичними умовами та структурою посівних площ.

У системі сидерації первинне визначення можливих обсягів та способів вирощування сидеральних культур з урахуванням стану родючості ґрунту, запланованих урожаїв та рівня застосування органічних та мінеральних добрив. При цьому виробництво сидератів, як правило, здійснюється без зміни

⁵⁴² Сучасні системи удобрення в землеробстві України: науково-методичні та науково-практичні рекомендації / Е.Г. Дегодюк, М.М. Проненко, Ю.О. Ігнатенко, Н.М. Пипчук, А.О. Мулярчук / за редакцією доктора с.-г. наук С.Е. Дегодюка. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020 . 84 с.

структури, що склалася, посівних площ під основними продовольчими, кормовими і технічними культурами. Виняток допускається при сидерації повністю деградованих ґрунтів, під час робіт з рекультивації занедбаних та освоєння нових земель (рис. 2.2).

Існують 5 форм сидерації:

1. Самостійна і отавна форма;
2. Підсівна сидерація, післяукісна;
3. Післяукісна (поукісна);
4. Післяжнивна;
5. Кулісна форма сидерації (однорічна чи багаторічна та в свою чергу укісна і неукісна).

Основна (самостійна) – полягає у застосуванні отави багаторічних і однорічних трав на зелене добриво та у заміні чорного пару на сидеральний. Парозаймаючі культури висівають восени або навесні із застосуванням на добриво всієї зеленої маси, а за необхідності – отави. Ця форма сидерації можлива для господарств у будь-якій ґрунтово-кліматичній зоні України за вирощування однорічних і багаторічних трав. Перспективна для зони нестійкого і недостатнього зволоження.

Підсівна сидерація – насіння сидерату підсівають упродовж рядків відразу ж після сівби покривної культури. Після збирання основної культури на високому зрізі нарощується зелена маса сидератів, яку приорюють під наступну культуру. Під озимі зернові культури застосовують підсів люпину багаторічного, серадели, багаторічних бобових трав (конюшина, люцерна, еспарцет). Основні види добрив в органічному землеробстві підсівають під покрив озимих культур пізно восени або взимку по снігу чи рано навесні з нормою висіву 55–60 кг/га. Ефективність люпину як сидерату зростає за поєднання його із соломою озимих культур. Форма сидерації придатна для всіх ґрунтово-кліматичних зон України.

Проміжна сидерація може бути як післяукісною, так і післяжнивною, що залежить від строків сівби. Це найпоширеніший спосіб сидерації, особливо за достатнього зволоження і на зрошуваних землях.

Післяукісна сидерація здійснюється у першій половині вегетації після звільнення поля від однорічних трав або кукурудзи на силос. За довшої тривалості вегетаційного періоду післяукісні трави нагромаджують більшу зелену масу, яку вносять під озимі зернові і ярі просапні – картоплю, кукурудзу, буряки цукрові та кормові. Для цієї форми сидерації підбирають такі культури, як редька олійна, ріпак ярий та бобові – люпин, буркун, серадела. Частина зеленої маси цих культур можна використовувати на корм худобі. Ця форма сидерації як і наступна післяжнивна, може бути стабільно гарантованою в зонах достатнього зволоження атмосферними опадами або на зрошуваних землях.

Післяжнивну сидерацію проводять у другій половині вегетаційного періоду після збирання ранніх зернових культур – озимини, ячменю; ранніх овочевих – редиски, ранньої капусти, ранніх огірків тощо. Для цієї форми сидерації підбирають високоврожайні культури з коротким вегетаційним періодом – гірчицю, редьку олійну, капусту кормову, ріпак або суміші люпину, гороху, вики з вівсом.



Рисунок 2.2 – Комплексна схема сидерації (сформовано авторами на підставі⁵⁴³)

⁵⁴³ Новиков М. Н., Тамонов А. М., Фролова Л. Д., Ермакова Л. И. Сидераты в земледелии Нечерноземной зоны. Агротехнический вестник. 2013. № 4. С. 20–26.

Особливості вирощування культур на зелене добриво у проміжних посівах⁵⁴⁴. Після збирання попередника (в основному, це зернові колосові культури) поле відразу, щоб не допустити випаровування вологи з ґрунту, дискують у два сліди, з наступним вирівнюванням і прикочуванням будь-яким комбінованим агрегатом типу «Європак». Доцільно на полі залишати високу стерню або подрібнену в процесі збирання врожаю солому. За внесення у сівозміні гною за органічної й інших систем удобрення бажано поєднувати його з вирощуванням сидератів, що дозволить збільшити надземну і кореневу масу сидерату у 2–3 рази, зменшити втрати біогенних елементів із гною в 2,0–2,5 рази і, відповідно, підвищити коефіцієнт використання органічних добрив у 1,6–1,8 рази. Масу проміжних сидеральних культур загортають у ґрунт одним проходом дисків (жовтень–листопад); за високого та густого травостою (урожайність понад 35 т/га) – двома проходами. Передпосівний обробіток під наступні ранні ярі культури складається з боронування (яке вирівнює поверхню) та коткування. Поверхня ґрунту після осіннього дискового заортання зеленої маси залишається грудкуватою. На ній добре затримується сніг, що забезпечує появу повних сходів рослин через 3–4 дні після сівби. Сидерація – могутній чинник взаємодії біотичних і абіотичних процесів, що трансформують за допомогою мікрофлори речовини у засвоювані для рослин форми. Сидерати накопичують у ґрунті приблизно стільки само ж корневих решток, як і надземної маси – 15–45 т/га. Розклад органічної речовини сидератів відбувається у ґрунті набагато швидше, ніж побічної продукції рослинництва, збагаченої на клітковину.

Способи застосування сидератів за Г. Господаренко⁵⁴⁵

Розрізняють такі способи застосування зелених добрив: підпокривний, самотійний, проміжний (або вставний), укісний, отавний, укісно–отавний.

Підпокривний. Як сидерат висівають еспарцет, люпин, конюшину, буркун.

Самотійний. Культура займає все поле впродовж вегетаційного періоду або навіть кілька років поспіль (сидеральний або зелений пар). Сидеральним паром за певних умов слід замінювати чисті пару, за яких поле залишається рік непродуктивним.

Проміжний або вставний – культура займає поле у період між збиранням однієї і сівбою іншої культури. Залежно від строків сівби сидерату він може бути підсівним (наприклад, люпин навесні підсівають під жито озиме на зелений корм, а після скошування жита сидерат відростає, після чого його приорють) і пожнивним (люпин сіють після збирання ярих або озимих культур). Це найпоширеніший спосіб застосування сидератів. Критерієм можливого використання культур на сидерат у пожнивних посівах є

⁵⁴⁴ Сучасні системи удобрення в землеробстві України: науково-методичні та науково-практичні рекомендації / Е.Г. Дегодюк, М.М. Проненко, Ю.О. Ігнатенко, Н.М. Пипчук, А.О. Мулярчук / за редакцією доктора с.-г. наук С.Е. Дегодюка. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020 . 84 с.

⁵⁴⁵ Господаренко Г. The Ukrainian Farmer. 2013. URL: <https://agrotimes.ua/article/sistema-zelenih-dobriv/>.

температура, за якої припиняється вегетація. Найчастіше в цьому разі використовують горох, вику, гірчицю білу, райграс, фацелію, ріпак, свиріпу.

Сівбу пожнивних посівів проводять відразу після збирання основної культури. У цих випадках ґрунт не обробляють, а застосовують пряму сівбу. До зниження температури до +5 °С зазвичай нагромаджується достатня кількість зеленої маси (10–20 т/га), яку заорюють.

Укісне зелене добриво. Сидерат вирощують на одному полі, а використовують на іншому у вигляді скошеної, подрібненої маси, яку розкидають по полю та заорюють. Найчастіше для цього використовують люпин багаторічний, який вирощують у запільних клинах.

Отавне, або укісно–отавне, зелене добриво. Перший укіс сидератів використовують на корм худобі, а отаву, що відростає, заорюють у ґрунт.

Глибина заорювання сидератів впливає на врожай сільськогосподарських культур і гумусовий стан ґрунту. Так, мілке їх загортання істотно підвищує врожай, але незначно впливає на накопичення гумусу в ґрунті; глибоке – навпаки. Глибоке заорювання особливо важливе на легких ґрунтах. Після заорювання разом із сидератом торфу чи соломи процес розкладання першого уповільнюється, а додавання гною або гноївки, навпаки, прискорює розкладання зеленого добрива.

Особливо велике значення має те, в якій фазі росту й розвитку заорюють рослини. Їх заорювання у фазі до цвітіння бобових або колосіння злакових активізує мікробіологічні процеси в ґрунті, підвищує врожайність наступних культур, але не впливає на кількість і якість гумусу. Це пояснюється тим, що ніжна зелена маса сидерату бідна на лігнін, швидко мінералізується і в гумусні сполуки не закріплюється.

Слід зазначити, що заорювання сидератів у ранні строки може спровокувати мінералізацію органічних речовин ґрунту та висушувати його орний шар. Тому сидеральну культуру подрібнюють і загортають перед замерзанням ґрунту восени. Крім того, можна проводити кулісну сидерацію для снігозатримання у зимовий період із загортанням маси рослин навесні дисковими боронами з наступним заорюванням.

Забур'янені сидеральні посіви доцільно «знищити» будь-яким гербіцидом суцільної дії, з урахуванням післядії на наступній культурі. У такому разі витрати на сидерацію збільшуються, а мінералізація рослинних решток відбувається повільніше.

За ступенем впливу на врожайність культур сидерати наближаються до підстилкового гною в нормі 20–30 т/га, причому витрати на їх виробництво та застосування в 2–4 рази нижчі.

Використання сидератів має позитивні наслідки, зокрема, вони запобігають ерозії і деградації ґрунту; регулюють ґрунтово–мікробіологічні процеси, стимулюючи розмноження мікроорганізмів; поліпшують структуру і водні властивості ґрунту; знижують ураженість рослин хворобами; мобілізують елементи живлення ґрунту; знижують забур'яненість полів.

Післяжнивні рештки

Післяжнивні рештки рослин (нетоварна частина врожаю, стерня і коріння) – важлива стаття надходження у баланс органічних речовин і трансформації елементів живлення в ґрунті. Отже, їх можна розглядати як різновид отавного зеленого добрива.

Кількість і якість післязбиральних решток залежить від культури, сорту та врожайності і змінюється у досить широких межах, т/га: люпин багаторічний – 2–3, конюшина – 3–7, люцерна – 4–9, горох – 1,5–3, озимі жито і пшениця – 2,2–6,5, ячмінь – 2–4,5, кукурудза – 1,5–6, картопля – 1–1,2, буряки цукрові – 1–1,5, жито на зелений корм – 1–2, гірчиця – 0,4–1, багаторічні злакові трави – 5–11. В умовах високотехнологічного тваринництва їх на корм не використовують, а зазвичай залишають на полі і подрібнюють (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Класифікація післязбиральних решток культур⁵⁴⁶

Неламкі	Ламкі
Гречка, кукурудза, льон, люцерна та інші бобові рослини, овес, просо, пшениця, рис, жито, кормові культури, сіно, силос, сорго, тютюн, тритикале, ячмінь	Гірчиця, зелений горошок, картопля, овочі, соняшник, сидерати, буряк, суріпиця, квітучі рослини, соя, сухі боби, сухий горох, сочевиця, виноград

У сидеральному парі під озиму сидераційну культуру займає поле протягом більшої половини літа, а у разі сидерації під ярі – все літо.

Проміжна культура сидераційних рослин може застосовуватися у трьох варіантах⁵⁴⁷:

а) весняна, коли сидераційна культура висівається і вирощується до посіву культури, що удобрюється;

б) осіння, коли сидеральна культура висівається та вирощується в осінній проміжок часу після збирання основної культури до настання зими;

в) озима, коли сидераційна культура висівається під зиму та для свого розвитку використовує пізній осінній та ранній весняний періоди.

У всіх випадках сидеральна культура зовсім не займає поле у той час, коли воно має бути зайняте основною культурою.

Підсівна культура по суті мало відрізняється від проміжних культур, тому що спеціально для сидераційної культури представляється при цьому місце між

⁵⁴⁶ Господаренко Г. The Ukrainian Farmer. 2013. URL: <https://agrotimes.ua/article/sistema-zelenih-dobriv/>.

⁵⁴⁷ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

двома рослинами, що безпосередньо дають продукцію для господарства. Сидераційна рослина підсівається до культури, що передує добрива. Тому сидерат для свого розвитку використовує більший проміжок часу, ніж при пожнивному сівбі. Ця форма сидерації, як і попередня, може бути віднесена до інтенсивним.

При кулісній культурі поле ділиться на довгі смуги, одна половина яких (через одну) зайнята сидераційною, інша – культурою, що удобрюється. Для цього слід застосовувати багаторічні рослини. Зелена маса, що виросла, скошується, розкидається на сусідню смугу і там запахується на зелене добриво. Процес перекидання може бути механізований.

Покривна культура сидераційних рослин може застосовуватися в плодкових садах та виноградниках, на чайних та інших постійних плантаціях. Сидеральні рослини висіваються зазвичай під зиму та розвиваються під покривом головної культури. Наступного літа зелена маса запахується як зелене добриво.

Існують два основних способи використання сидераційних культур: повне, коли сидераційна рослина, що досягла відомої стадії росту, цілком заорюється, і часткове, коли сидеральна культура дає один або кілька укосів для корму, а на зелене добриво заорюється отава, що відросла.

Відмічається⁵⁴⁸, що до всіх без винятку сидеральних культур необхідно пред'являти вимоги щодо здатності накопичувати велику вегетативну масу, що має до часу запашки високими якостями удобрення (з великим вмістом азоту, з хорошою здатністю швидко розкладатися в ґрунті). Крім того, сидеральні культури повинні мати хорошу стійкість проти грибних і бактеріальних захворювань, а також і пошкоджень шкідниками тваринного походження, особливо проти тих, які можуть становити небезпеку для головної культури.

Для сидеральної пару під озимі необхідні культури, що мають швидке зростання, тому що термін їх орання обмежений, принаймні, в помірній зоні.

Для сидерального пару під ярі потрібні такі рослини, які могли б використовувати для свого розвитку весь наданий ним проміжок часу. Разом з тим, до кінця літа рослини повинні залишатися ще зеленими, не надто огрубілими, здатними швидко розкладатися в ґрунті.

Для проміжних весняних та осінніх культур повинні підбиратися рослини, що мають особливо швидкий темп зростання в ті періоди часу, коли вони займають вільну від інших культур площу. Крім того, важливо, щоб сидераційна культура була здатна розвиватися за порівняно низьких температур, інтенсивно використовуючи ті незначні порції тепла, які випадають на її частку.

По відношенню до озимих проміжних культур доводиться пред'являти ще вимоги щодо зимостійкості сидеральної культури в районі її застосування.

Для передпосівної культури підбираються рослини, які мають гарну здатність переносити без шкоди собі затінення, вироблене компонентом. До

⁵⁴⁸ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

того ж, ці рослини повинні швидко відростати після збирання основної культури.

Для кулісної культури рослини повинні відрізнятися гарною зимостійкістю, бути багаторічними і мати здатність до швидкого відростання після укосів.

Для підпокровної культури застосовуються рослини, які добре виносять затінення, яке виробляється головною культурою. Для озимих посівів, крім того, підбираються рослини із хорошою зимостійкістю.

У практиці світового землеробства як сидерати набули поширення переважно види рослин родини бобових. Причини цього цілком зрозумілі: тільки бобові рослини мають здатність синтезувати вільний азот атмосфери і переводити його в такі сполуки, які можуть служити безпосередньо джерелом азотистого живлення рослин.

Основними сидеральними рослинами є люпини і сераделла – в Європі, буркун та інкарнатна (черепа) конюшина – в США. Крім цих культур для сидерації застосовуються й інші рослини, в деяких випадках для цілей сидерації служать опадаюче листя і гілки, що постійно підрізуються.

Усього налічується понад 50 видів рослин, які в тих чи інших масштабах застосовуються для цілей сидерації у різних країнах світу.

Вибір форм застосування сидеральних культур для застосування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є найбільшим інтересом і вимагає порівняльного вивчення в даному районі набору відповідних культур.

Усі сидеральні культури можна поділити на три групи⁵⁴⁹. Група енергійного зростання з початку появи сходів до кінця літа. Типовим представником цієї групи є білий люпин. Дещо відстає від нього на самому початку зростання вузьколистий люпин. Білий люпин представляє інтерес як проміжну культуру. Вузьколистий люпин найбільшу енергію зростання розвиває початку серпня, тобто. на час, коли потрібно заорювати сидераційну культуру під озимі.

Група енергійного, швидко згасаючого зростання. Енергійне зростання починається після деякого проміжку уповільнення, що відбувається на самому початку появи сходів. До цієї групи належать скоростиглі – горох та біла гірчиця. Вони також становлять інтерес як пожнивні, а на ґрунтах, де не вдається люпин, їх можна використовувати і для сидеральної пару під озимі.

Група повільного зростання – на початку, з наростанням енергії – до кінця літа. До цієї групи належать сераделла, буркун (1-го року розвитку) та волохата вика. Близький до цього характер росту виявляють усі дрібнозерні сорти люпину, а також жовтий люпин. З цієї групи можна вибрати даний матеріал для сидераційної пару під ярі, а також для підсівної культури.

⁵⁴⁹ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

Звичайна яра вика за характером зростання займає проміжне положення між групою енергійного зростання та групою повільного зростання – на початку, з наростанням до кінця літа.

Відмічається⁵⁵⁰, що район застосування сидеральної пару під озимину досить великий. Д.М. Прянишников у своїх роботах визначив район застосування люпинової сидеральної пару у трикутнику, обмеженому лініями: Житомир – Київ –Чернігов. Люпиновий сидерат у цьому районі є основною формою застосування сидерації. Тут може бути розгорнуто і насінництво люпину, отже, виключена потреба дальнього перевезення його насіння. За межами цієї зони сидеральна пара під озимі може мати значення у піщаних вкрапленнях чорноземної смуги.

Крім вузьколистого люпину для сидеральної пару під озимі можуть мати значення жовтий люпин на легких піщаних ґрунтах, горох і боби на вапняних ґрунтах, де люпин взагалі погано вдається.

Сидеральний пар під ярі культури – ефективний засіб підвищення родючості ґрунту нечорноземної смуги. На зелене добриво люпин поміщається в парове поле сівозміни або як підсівне до ярих чи озимих, або як пожнивне рослина після збирання озимого жита та ячменю. У вологих районах, з більш тривалою осінню, можна рекомендувати підсівати люпин навесні під озимину або під яру культуру, щоб після збирання їх люпин дав до осені зелену масу для заорання на зяб.

Багаторічний люпин можна сіяти під покрив ярих культур. Багаторічний люпин може триматися одному місці 5–6 років, що дозволяє вирощувати багаторічний люпин у вивідному полі сівозміни.

З трьох відомих варіантів застосування проміжної культури⁵⁵¹ (весняна, осіння та озима культура) найбільшою популярністю користується осіння проміжна, у вигляді пожнивних посівів. У середній смузі ефективність пожнивних посівів майже не поступається сидеральному пару за впливом на врожай наступних культур. У цій зоні замість вузьколистого (синього) люпину можливе використання білого люпину, а також сорти гороху з підсівом гірчиці. Певний інтерес як сидеральна культура, представляє озима волохата вика.

При підсівній формі сидерації маються на увазі посіви сидеральних культур спільно з основною, одночасно або підсіви до основної культури в період її зростання.

Розвиток сидеральної культури відбувається при цьому, головним чином, у той час, коли поле вільне від основної культури. У цьому відношенні дана форма застосування сидерації близько стоїть «до проміжної культури», принципово відрізняючись від неї тим, що підсівна сидеральна культура

⁵⁵⁰ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

⁵⁵¹ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

висівається і починає розвиватися до збирання основної, що передує зручності. З одного боку, підсівна сидеральна культура деякий час розвивається до збирання основної, що передує зручності. З іншого боку, підсівна сидеральна культура деякий час розвивається під основною покривом.

Сидерати, що вирощуються в лаштунках, мають місце насамперед у багаторічних садових насадженнях. У цих випадках скошена маса сидератів переноситься на вільні від сидеральних культур міжряддя садових дерев і запахується. У північних районах для цілей сидерації використовують багаторічний люпин.

Проведені дослідження показали, що для пожнивних сидератів найбільше підходять однорічні капустяні (хрестоцвіті): гірчиця сарептська (сиза), гірчиця біла, редька олійна, ярий ріпак та ін.

Як свідчить Е.К.Алексєєв^{552 553} для сидеральної пару під озимі необхідні культури, які мають швидке зростання на початку вегетації.

В умовах нестійкого зволоження лісостепу та недостатнього зволоження степу, культура на зелене добриво повинна мати невеликий коефіцієнт транспірації, економно використовувати ґрунтову вологу при великому накопиченні органічної речовини. Важливо закласти максимально велику масу сидерату якомога раніше, щоб якісно підготувати ґрунт до посіву озимих культур, накопичити вологу опадів, що випадають, і забезпечити отримання сходів озимих культур. Біомаса сидеральної культури має швидко розкладатися, не підвищувати, а краще знижувати токсичність ґрунту.

У досліджах Н.И. Зезюкова⁵⁵⁴, випробовувалися буркун білий, еспарцет піщаний, озима вика, озиме жито, гірчиця са-рептська (сиза), гірчиця біла, редька олійна, ярий ріпак, тригонелла, райграс однорічний, амарант, віко-овсяна.

За період досліджень накопичення свіжої органічної речовини у ґрунті під різними культурами було неоднаковим (табл. 2.5).

Як показали дослідження, надходження свіжої органічної речовини насамперед залежало від умов зволоження. При розміщенні сидеральної пару після культур (зокрема ячменю), що забезпечують підсів багаторічних трав, найкращою сидеральною культурою в умовах регіону є буркун білий (*Melilotus albus*). З біологічних особливостей слід відзначити його посухостійкість, зимостійкість та солевитривалість. Крім цього буркун стійкий проти несприятливих кліматичних умов, до хвороб та шкідників. Стрижнева коренева система буркуну глибоко йде в ґрунт і здатна витягувати важкорозчинні сполуки.

Після хрестоцвітих культур у ґрунт надходить у 1,5–2 рази менше органічної речовини, ніж після багаторічних трав. Крім того, запашка

⁵⁵² Алексєєв Е.К. Зеленое удобрение в СССР. М.: Сельхозгиз, 1948. 470 с.

⁵⁵³ Алексєєв Е.К. Зеленое удобрение в Нечерноземной полосе. М.: Сельхозгиз, 1959. 279 с.

⁵⁵⁴ Зезюков Н. И. Сохранение и повышение плодородия чёрноземов. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное и-ство, 1999. 312 с.

сидеральної маси після ярих культур проводиться на 10–15 днів пізніше. Найкращими з ярих хрестоцвітих (капустяних) сидеритів була олійна редька (*Raphanus sativus*) і гірчиця сарептська (*Brassica juncea*). Для редьки сприятливі умови для зростання та накопичення біомаси склалися у вологі роки з гідротермічним коефіцієнтом більше одиниці.

Таблиця 2.5

Накопичення органічної речовини культурами сидеральної пару, т/га⁵⁵⁵

Культура	Роки досліджень						середнє
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	
Буркун	10,21	10,84	12,23	12,95	18,47	11,90	12,78
Еспарцет	8,42	9,48	9,94	9,82	15,55	9,30	10,41
Озима вика	7,68	8,06	9,04	7,95	9,01	7,85	8,27
Озиме жито	5,97	–	7,29	–	–	–	6,63
Редька олійна	6,20	5,86	9,17	6,79	8,98	9,52	7,59
Гірчиця сарептська	5,62	5,87	7,51	4,84	9,79	7,99	6,94
Гірчиця біла	–	–	5,14	5,67	6,08	–	5,63
Жито яре	3,96	4,46	4,62	5,07	7,45	5,65	5,37
Вико–овес	5,74	5,97	6,93	6,84	11,74	8,92	7,69

Сидеральні культури не тільки підвищують родючість ґрунту та врожайність сільськогосподарських культур, а й надійно захищають ґрунт від ерозії, створюючи вітростійку поверхню. Головна перевага сидератів – високий вміст органічних речовин, їх слід розглядати як біологічний каталізатор ґрунтових перетворень, що поліпшують мінеральне живлення рослин.

Повідомляється⁵⁵⁶, що серед хрестоцвітих слід зазначити озимий ріпак (*Brassica biennis*). З біологічних особливостей для озимої форми ріпаку характерне максимальне накопичення фітомаси на 7–10 днів раніше багаторічних трав, що дозволяє раніше розпочати передпосівну обробку під посів пшениці озимої або жита.

З бобових заслуговує на увагу озима вика (*Vicia villosa*), рослини якої засвоюють атмосферний азот, бульби утворюються на коренях в осінній період. Наростання великої маси органічної речовини досягається при внесенні невеликої стартової дози азоту при сівбі. Врожайність зеленої маси коливається від 180 до 360 ц, а сіна від 30 до 45 ц/га. Урожайність насіння невисока: від 4 до 10–12 ц/га.

Можливість використовувати ярі культури у сидеральних парах нічим не обмежується. З хрестоцвітих, що мають санітарну роль, слід відзначити гірчицю сарептську і білу, редьку олійну, ріпак ярий. Ці рослини

⁵⁵⁵ Зезюков Н. И. Сохранение и повышение плодородия чёрноземов. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное и-ство, 1999. 312 с.

⁵⁵⁶ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

характеризуються високим коефіцієнтом розмноження. З мятликових культур представляє інтерес райграс, який добре оструктурує ґрунт завдяки потужній кореневій системі.

Розкладання фітомаси культур сидерального пару характеризується рядом особливостей⁵⁵⁷. По-перше, зелена надземна біомаса, що запахується, містить багато вологи (75–80%), що особливо важливо в умовах літнього дефіциту вологи. По-друге, зелена фітомаса сидератів містить значно менше, ніж визрілі рослини, важкорозкладаються сполук – лігніну, целюлози і більше легкодоступних мікроорганізмам – моно- і дисахарів, білків. Зрештою, терміни заорання фітомаси сидератів припадають на період, коли в ґрунті ще містяться значні запаси вологи осінньо-зимових опадів.

Швидкість розкладання біомаси сидеральних культур вивчалася нами у польовому та вегетаційному досліді, окремо наземній та підземній (корені) частин рослин.

У вегетаційному досліді⁵⁵⁸ з вивчення розкладання біомаси сидеральних культур, де гідротермічні умови (вологість ґрунту і температура підтримувалися на оптимальному для біологічних процесів рівні) найбільш висока швидкість розкладання наземної фітомаси відзначена в перші 20 діб, що пояснюється наявністю достатньої кількості легкомабілізованих мікроорганізмами сполук субстратів. Найінтенсивніше розкладалася у період наземна маса еспарцету (47 % зниження). Досить високою була швидкість розкладання фітомаси буркуну, ярого ріпаку та редьки олійної (36–40%). Навпаки, швидкість розкладання наземної маси гірчиці сарептської виявилася вдвічі нижчою, ніж еспарцету, що, на нашу думку, пов'язано з меншим вмістом у ній легкодоступних мікроорганізмів сполук.

Саме цією причиною пояснюються низькі темпи розкладання соломи пшениці озимої (вивчалася для порівняння).

Кореневі залишки досліджуваних культур розкладалися повільніше, ніж їх наземна фітомаса, а відмінності у швидкості розкладання між варіантами досвіду були менш значущими.

Так, коріння буркуну, еспарцету, редьки олійної розклалися за першу двадцятиденку на 23–27%, а гірчиці та ярого ріпаку – на 17–20%.

У середньому ж (коріння+наземна біомаса) за перші 20 діб фітомаса буркуну, еспарцету та редьки олійної розкладалася на 34–36 %, а гірчиці та ріпаку на 22–27 %.

У наступні 20 діб колишня швидкість розкладання фітомаси була характерна лише для наземної маси гірчиці (20%, при 23% за попередні 20 діб), тоді як для ярого ріпаку та еспарцету вона знизилася в 1,5–2,0 рази, а для

⁵⁵⁷ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

⁵⁵⁸ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

буркуну – у 5 разів у порівнянні з попереднім періодом, була меншою і швидкість розкладання кореневих залишків. Однак залежно від варіанта досвіду зниження швидкості розкладання було різним. Так, якщо швидкість розкладання залишків ярого ріпаку зменшилася незначно (з 17 до 15%), то для редьки олійної та гірчиці сарептської вона зменшилася в 2–3 рази, а розкладання коренів буркуну та еспарцету практично припинилося (розклалося лише 1% маси коренів).

Зниження швидкості розкладання фітомаси сидеральних культур у другу двадцятиденку ми пов'язуємо зі зменшенням кількості доступних мікроорганізмів сполук у субстраті, що розкладається. Чим менше їх залишалося (чим більше розклалося фітомаси в попередній період), тим нижчою була швидкість розкладання наступного періоду. Повільне зниження швидкості розкладання фітомаси одних культур (наприклад, гірчиці) і, навпаки, швидке – залишків еспарцету та буркуну – ми пояснюємо наступним: чим вища була швидкість розкладання в попередній період, тим більше вона сповільнювалася в подальшому, оскільки процес розкладання на цьому етапі починав вже стримуватися недоліком (відсутністю) легкоомобілізованих сполук, і навпаки, невисокі темпи розкладання залишків у початковий період зумовили прискорення цього процесу в наступний час, оскільки були доступні редуцентам з'єднання.

У період з 40-х по 60-ту добу швидкість розкладання наземної маси та кореневих залишків рослин продовжувала знижуватися. У результаті через 60 діб після початку розкладання фітомаси сидеральних культур зменшилася на 43–53%, у тому числі буркуну та еспарцету на 50–53%, а редьки олійної, гірчиці са–рептської та ярого ріпаку на 43–48%.

Отже, середня за два місяці швидкість розкладання фітомаси буркуну та еспарцету склала 0,83–0,88% вихідної маси на добу, а редьки олійної, гірчиці сарептської та ярого ріпаку – 0,72–0,80%.

Вивчення швидкості розкладання фітомаси сидеральних культур у вегетаційному досвіді характеризує потенційні можливості цього процесу. У польових умовах на швидкість розкладання залишків накладає свій відбиток гідротермічні умови, що змінюються в часі.

Практично не позначилася на швидкості розкладання фітомаси сидеральних культур різна глибина її загортання в ґрунт – 0–10, 10–20, 20–30 см. Можна відзначити лише незначну тенденцію її зниження у верхньому шарі порівняно із шарами 10–20 см та 20–30 см.

У польових умовах за період із середини червня до посіву озимої пшениці (75 діб) розклалося в середньому за добу 0,53–0,55% вихідної маси сидеральних культур, що на 32–34% менше, ніж за умов вегетаційного досвіду.

Агроном чи фермер, з огляду передусім на умови зволоження на час посіву сидеральних культур, повинен самостійно обрати одну із форм запропонованої сидерації:

1. Основна самостійна і отавна форма сидерації полягає у відведенні поля зайнятого пару з посівом сидерату восени або навесні з використанням зеленої

маси повністю на зелене добриво або зі збиранням основного врожаю на корм худобі, а отаву – на сидерат. Одне з найнадійніших форм сидерації, зважаючи на зміну кліматичних умов, але ризикова з економічних міркувань у зв'язку звільнення поля від комерційної культури.

2. Підсівна сидерація. Застосовують під озимі зернові культури. Вона здійснюється як підсів під основну культуру багаторічних трав, люпину, серадели. Ці культури нарощують потужну кореневу систему до 10–15 т/га, еквівалентних 25–30 т/га гною.

Різноманітність і специфіка сидеральних культур вимагає теоретичного та технологічного обґрунтування їх вирощування та удобрення з метою зменшення антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище, підвищення продуктивності сівозмін із відтворенням органічної складової ґрунтів.

Залежно від кількості тепла, опадів, умов місцевості, гранулометричного складу ґрунту, наявності добрив і насіння на сидерати можна висівати такі культури: бобові – люпин багаторічний і однорічний, буркун білий і жовтий, сераделу, вику озиму та яру, пелюшку, горох тощо; злакові – жито озиме, райграс, а також підсівні злакові та бобові багаторічні трави, використовуючи перший укiс на корм худобі, а отаву – на добриво. За наявності азотних добрив перспективно для сидерації використовувати капустяні культури (ріпак озимий та ярий, суріпицю озиму та яру, редьку олійну, гірчицу білу, перко), фацелію, кормовий горох та інших швидкорослі культури та їх суміші. В якості сидеральних культур можуть знайти застосування астрагал, маш, чина, пожитник, люцерна, еспарцет, сочевиця, боби кінські, язвенник, шабдар, берс, соя, житняк, пайза, суданська трава та багато інших⁵⁵⁹.

Стрімка динаміка клімату в бік потепління суттєво змінює звичайні уявлення щодо різноманіття біологічного набору та технологічних можливостей деяких уже давно відомих культур. Добре відомі раніше культури можуть проявляти себе за цих умов з раніше не відомих сторін і демонструвати відмінну продуктивність. Доцільно випробувати нові культури, що добре переносять посушливі періоди, маловимогливі до ґрунту, пристосовані до зростання в пустелях. Це рослини з родини бобових (астрагал шерстистий; солодка гола, шорстка і уральська; горошок маловолосатий, мишачий і тонколистий; чину бульбову і лугову; еспарцет донський і великий; пожитник крупно квітковий; верблюча колючка помилкова або звичайна), тонконогих (тростяник Кареліна, волоснець багатостебловий і гігантський, осока здутоплідна і колхидська) і багато інших культур. Головне, щоб земля не пустувала, а була покрита зеленим покривом.

⁵⁵⁹ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

Таблиця 2.6

Добривна цінність сидеральних культур⁵⁶⁰

Культура	Вноситься у ґрунт (біомаса, органічна речовина, ц/га, NPK, кг/га)									
	сидеральний пар				занятий пар				реутилізація із гноєм	
	біомаса	орг. р-на	NPK	N біоло- гический	кореневі та поживні рештки	орг. р-на	NPK	N біоло- гічний		
									органічна речовина	біомаса
Люпин багаторічний	640	91	563	187	–	–	–	–	31	181
Люпин вузьколистий	550	78	453	153	75	13	49	17	48	262
Буркун білий	540	119	655	176	165	49	160	43	44	247
Буркун жовтий	506	109	617	163	152	46	148	39	24	141
Серадела	370	60	353	110	65	11	50	16	24	137
Горох кормовий	450	59	343	97	45	8	27	8	27	234
Конюшина червона	400	68	584	148	135	23	158	40	26	222
Конюшина рожева	380	64	555	141	125	21	146	37	29	232
Козлятник східний	450	72	580	160	110	19	113	31	22	107
Боби кормові	350	56	268	99	40	7	25	9	26	208
Лядвенець рогатий	400	65	520	165	120	31	125	40	27	144
Вика яра	330	53	359	109	33	6	29	6	26	162
Редька олійна	450	65	404	–	45	7	32	–	23	134
Суріпиця яра	350	57	334	–	35	5	27	–	27	127
Ріпак ярий	450	68	317	–	45	7	25	–	26	156
Гірчиця біла	410	66	391	–	40	6	30	–		

⁵⁶⁰ Новиков М. Н., Тамонов А. М., Фролова Л. Д., Ермакова Л. И. Сидераты в земледелии Нечерноземной зоны. Агрехимический вестник. 2013. № 4. С. 20–26.

Таблиця 2.7

Характеристика і кормові властивості сидеральних культур⁵⁶¹

Культура	Тривалість вегетування (період укісної стигlosti), днів	Число укосів	Стійкість до			Опт. рН ґрунту	Урожай, ц/га		В 100 кг зел. маси	
			заморозків	посухи	перезв- оложення		зел. маси	насіння	корм. од.	пер. протеїну, кг
Конюшина червона	2–3/50–70	2–3	ср	ср	ср	5–6	300–400	1,5– 3,5	21,0	2,7
Конюшина біла	10/55–60	2	ст	ст	ст	4,5–5,0	150–200	1,5– 2,0	22,0	2,8
Лядвенець рогатий	4–6/50–60	2–3	ст	ст	ср	4,5–5,5	180–300	3–4	23,0	3,8
Люцерна синьогіб- ридна	4–6/50–60	3–4	ст	ст	сл	6–6,5	250–400	3–5	21,3	4,0
Козлятник (галега)	6–10/40–50	2	ст	ст	ср	6–6,5	280–500	5–10	20,3	3,5
Буркун	2/80–90	2	ст	ст	ст	5,5–6,0	300–500	5–10	18,2	3,4
Еспарцет	3–5/55–70	2	ст	ст	ср	5,5–6,0	200–350	6–7	20,6	3,8
Тимофіївка	6–8/60–70	2	ст	ср	ст	4,5–5,5	250–500	4–8	28,8	1,7
Грястиця збірна	8–10/40–50	2	ср	ср	сл	5,5–6,0	200–500	1,5– 3,5	20,3	3,2
Кострец безостий	12–14/50–60	3–4	ст	ст	ст	5,0–5,5	280–500	5–6	29,0	2,9
Райграс високий	4–5/50–60	2–3	сл	ср	сл	5,5–6,0	150–300	2–4	18,4	1,8
Вівсяниця лучна	6–8/50–60	2	ст	ст	ст	5,0–6,0	150–250	2–3	27,5	3,0
Тонконіг лучний	15–20/45–55	1–2	ст	ср	ср	5,5–6,0	100–150	1,7–4	24,5	3,2
Лисохвіст лучний	10–20/50–60	2	ст	сл	ст	5,0–6,0	150–250	2–5	28,3	2,3
Фесту- лоліум	3–5/50–60	2–3	ст	ст	ст	4,5–6,5	250–400	5–8	26,5	2,7
Озиме жито	2/55–60	2	ст	ст	ср	4,5–5,5	200–400	25–50	25,3	2,0
Люпин багато- річний	4–6/80–90	2–3	ст	ст	ст	4,0–5,0	250–450	4–8	–	–
Люпин однорічний	1/70–80	1	ср	ср	ср	4,5–5,5	200–500	10–30	19,7	3,5
Серадела	1/75–85	2	ст	ст	ср	4,5–5,5	200–250	5–10	17,1	2,4
Вика яра	1/70–80	1	ст	ср	ср	5,5–6,0	150–250	8–15	20,0	3,8
Горох	1/70–80	1	ст	ср	ср	5,5–6,0	150–300	10–30	19,2	3,1
Редька олійна	1/50–55	1	ст	ср	ср	5,0–6,0	300–600	6–10	14,6	1,9
Гірчиця біла	1/55–60	1	ст	ср	ср	5,0–6,0	250–500	5–10	14,1	1,8

⁵⁶¹ Новиков М. Н., Тамонов А. М., Фролова Л. Д., Ермакова Л. И. Сидераты в земледелии Нечерноземной зоны. Агротехнический вестник. 2013. № 4. С. 20–26.

Дослідження з постановкою польових дослідів показали⁵⁶², що за комплексом господарсько-цінних ознак перспективними сидеральними культурами в умовах Нечорноземної зони для самостійних посівів рекомендовані люпин однорічний та багаторічний, буркун білий та жовтий, сераделла, редька олійна, сурепиця, рапсяра фацелію; для поукосних – люпин однорічний (табл. 2.8), горох кормовий, редька олійна, сурепиця, ріпак ярий, перко, гірчиця біла, фацелія; Для підсівних – буркун білий і жовтий, сераделла, конюшина червона і рожева, перко; Для пожнивних – редька олійна, гірчиця біла, сурепиця, перко, фацелія, скоростиглі сорти вузьколистого люпину. Більшість цих культур як сидерати використовують і в інших регіонах країни.

Для отавної сидерації можливе застосування багаторічних трав (табл. 2.9).

Таблиця 2.8

Вплив систематичного використання сидерату однорічного люпину на врожай картоплі та агрохімічні показники ґрунту⁵⁶³

Варіант	Урожай за 1999–2009 рр., ц/га	Приріст		Вміст у ґрунті, мг/100 г			
		ц/га	%	P ₂ O ₅		K ₂ O	
				1999	2009	1999	2009
Монокультура картоплі без добрив	111	–	–	7,4	4,4	12,5	8,8
Монокультура картоплі + N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	186	75	68	5,9	7,4	11,2	11,9
Сидерат люпину – картопля без добрив	189	78	70	4,5	5,3	10,0	10,8
Сидерат люпину + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ під картоплю	230	119	107	3,3	5,5	8,9	12,1
НІР ₀₅	24,6						

У Німеччині серед культур на зелене добриво надають перевагу бобовим (конюшина лугова, пасовищна, гібридна, інкарнатна, перська, олександрійська), зернобобовим (люпин, серадела, вика озима та яра, боби кормові, горох польовий), тонконогим (райграси уельський, німецький, гібридний, однорічний), капустяним (ріпак ярий та озимий, редька олійна, гірчиця, сурепиця озима та яра), фацелії та ін⁵⁶⁴.

Заслуговує на увагу використання ароматичних рослин в якості зеленого добрива: *Tagetes L.* (чорнобривці), *Calendula L.* (нагідки), *Mentha L.* (м'ята), *Geranium L.*

⁵⁶² Новиков М. Н., Тамонов А. М., Фролова Л. Д., Ермакова Л. И. Сидераты в земледелии Нечерноземной зоны. Агрехимический вестник. 2013. № 4. С. 20–26.

⁵⁶³ Новиков М. Н., Тамонов А. М., Фролова Л. Д., Ермакова Л. И. Сидераты в земледелии Нечерноземной зоны. Агрехимический вестник. 2013. № 4. С. 20–26.

⁵⁶⁴ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

Таблиця 2.9

Ефективність отавних сидератів багаторічних трав (2001–2008 рр.)⁵⁶⁵

Варіант	Урожай зерна, ц/га						Приріст урожаю	
	без сидератів			по фону сидератів			ц/га	%
	озима пшениця	ячмінь	Всього	озима пшениця	ячмінь	Всього		
Тимофіївка – контроль	28,9	29,9	58,8	32,7	32,3	65,0	6,2	100
Райграс високий	31,5	28,3	59,8	3,0	35,3	68,3	8,5	137
Грястиця збірна	28,9	28,6	57,5	29,7	35,6	65,3	7,8	126
Тимофіївка + вівсяниця + костриця	29,0	27,7	56,7	32,9	32,5	65,4	8,7	140
Тимофіївка + вівсяниця + райграс	30,8	26,0	56,8	30,6	35,0	65,6	8,8	142
Лядвенець рогатий	28,7	26,6	55,3	31,6	3,6	65,2	9,9	160
Конюшина + буркун + вівсяниця + костриця	30,2	30,5	60,7	35,4	32,2	67,6	6,9	111
Конюшина + буркун + тимофіївка + вівсяниця	28,6	28,3	56,9	30,5	35,6	66,1	9,2	148
Конюшина + буркун + тимофіївка	31,0	28,5	59,5	33,7	34,2	67,9	8,4	135
Буркун	31,5	29,4	60,9	31,4	35,4	66,8	5,9	95
Конюшина	35,6	32,3	67,9	38,3	35,4	73,7	5,8	94
Конюшина + тимофіївка	37,6	28,3	65,9	38,9	36,5	75,4	9,5	153
НІР ₀₅	3,5	3,2		3,4	3,2		2,0	

Ставлення сидеральних культур до родючості ґрунтів нерівнозначне. Найбільш індіферентні люпин, буркун, лядвенець рогатий, кормові боби, інші культури потребують добрива. У середньому їх оптимальна доза в самостійних і поукосних посівах становить (NPK)_{60–90}, в пожнивних – (NPK)₆₀. Під бобові культури азоту не застосовують. У сидеральних парах основну культуру доцільно удобрювати через сидеральну, ефект добрив при цьому зростає (табл. 2.10).

Крім зональних, кожна сидеральна культура має особливості використання на добриво. Так, зелену масу хрестоцвітих під озимі зернові культури доцільно подрібнювати, задискувати і через 14 днів заорювати⁵⁶⁶, бобових культур –

⁵⁶⁵ Новиков М. Н., Тамонов А. М., Фролова Л. Д., Ермакова Л. И. Сидераты в земледелии Нечерноземной зоны. Агротехнический вестник. 2013. № 4. С. 20–26.

⁵⁶⁶ Новиков М.Н., Тужилин В.М., Тысленко А.М., Тамонов А.М., Фролова Л.Д. Технология использования сидератов и средоулучшающих культур в севооборотах Нечерноземной зоны России. Владимир, 2008. 144 с.

подрібнювати та заорювати без попередньої експозиції у верхньому шарі ґрунту. Ці особливості пов'язані з хімічним складом сидеральних культур і, насамперед, співвідношенням С: N в масі, що визначає швидкість її мінералізації та доступність елементів живлення для культур, що удобрюються⁵⁶⁷.

Таблиця 2.10

Урожайність озимого жита (середнє 1986–1990 рр.) при внесенні мінеральних добрив у сидеральних парах⁵⁶⁸

Вариант	Фон I		Фон II	
	(NPK) ₁₂₀ під озиме жито		N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ під сидерат + N ₃₀ под озиме жито	
	урожай, ц/га	% до контролю	урожай, ц/га	% до контролю
Пар чистий (контроль)	41,5	100	–	–
Люпин однорічний	48,5	117	53,2	128
Буркун жовтий	43,0	104	52,4	126
Буркун білий	45,1	109	57,7	139
Вика яра	45,2	109	52,1	126
Горох кормовий	46,0	102	51,8	125
Боби кормові	46,3	112	51,8	125
Фацелія	46,3	112	51,6	124
Редька олійна	47,8	115	51,7	126
Суріпиця	46,0	102	51,4	124
Амарант	46,6	112	52,0	125
Перко	47,2	114	54,4	131
НІР ₀₅ , ц/га	1,6		7,1	
НІР ₀₅ , ц/га (міжд фонами)	1,6			

Сидерати можуть бути активними санітарами культурних посівів. Так, швидкокорослі сидеральні хрестоцвіті культури успішно конкурують з бур'янами у споживанні вологи, елементів живлення, тепла та світла, сприяючи тим самим їх пригніченню та загибелі (табл.).

Сидерати позитивно впливають на перезимівлю зернових культур, що пов'язано з покращенням водного та харчового режиму ґрунту, а також активізацією його фунгістазису, що обмежує грибні хвороби рослин, зокрема сніжну плісняву. Так було в 1995 р. у разі без сидерату посіви озимих загинули повністю від снігової плісняви, по сидерату – збереглися на 80–100% (табл. 2.11-2.12).

⁵⁶⁷ Анисимова Т.Ю. Агрехимическая и технологиче-ская эффективность использования узколистного люпи-на и соломы в звеньях севооборотов Центрального Не-черноземья/ Автореф дисс. к.с.-х.н. М., 2002. 19 с.

⁵⁶⁸ Новиков М. Н., Тамонов А. М., Фролова Л. Д., Ермакова Л. И. Сидераты в земледелии Нечерноземной зоны. Агрехимический вестник. 2013. № 4. С. 20–26.

Таблиця 2.11

Вплив редьки олійної на розвиток бур'янів⁵⁶⁹

Варіант	Урожай редьки олійної, ц/га	Кількість бур'янів		Маса бур'янів	
		млн. шт. на 1 га	%	ц/га	%
Без добрив	168	5,6	100	88	100
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	305	1,5	27	32	36
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гній, 40 т/га	396	1,0	18	8	9
НР ₀₅ , ц/га	60	0,7		21	

Таблиця 2.12

Вплив попередників на густоту сходів та перезимівлю озимого жита⁵⁷⁰

Варіант	Густота рослин перед входом у зиму, млн./га			Перезимувало рослин, %		
	1994 р.	1995 р.	1996 р.	1994 р.	1995 р.	1996 р.
Чистий пар без добрив	2,76	1,28	4,92	69	0	58
Чистий пар + гній, 30 т/га	2,64	1,31	4,72	69	0	60
Чистий пар + гній, 30 т/га + (NPK) ₆₀	2,68	1,57	4,71	75	0	66
Сидерат буркуну (С)	2,84	1,47	4,61	69	84	68
Сидерат буркуну (С) + (NPK) ₆₀	2,64	1,49	4,79	75	100	66
Сидерат буркуну (П)	2,46	1,52	4,76	83	91	67
Сидерат буркуну (П) + (NPK) ₆₀	2,66	1,71	4,61	75	80	69

Примітка: С – самостійний посів, П – посів під покрив

При використанні сидератів на 75–87% знижується ураження картоплі паршою і покращується її зберігання: у варіанті без добрив загибель бульб склала 5%, у картоплі на тлі (NPK)₁₅₀ – 39%, на тлі сидеритів редьки олійної – 0%.

Таким чином, підкреслюється⁵⁷¹, що сидерати не поступаються за впливом на врожай традиційним органічним добривам, а витрати на виробництво та застосування сидератів нижчі, тому вони більш ефективні. Введення в систему добрива підвищує рентабельність польових сівозмін до 30%.

Дослідженнями встановлено, що після озимих зернових культур краще застосовувати сидеральні культури з наявністю бобових культур, оскільки є джерелом високоякісного рослинного білка. Цінною біологічною особливістю

⁵⁶⁹ Новиков М. Н., Тамонов А. М., Фролова Л. Д., Ермакова Л. И. Сидераты в земледелии Нечерноземной зоны. Агрехимический вестник. 2013. № 4. С. 20–26.

⁵⁷⁰ Новиков М. Н., Тамонов А. М., Фролова Л. Д., Ермакова Л. И. Сидераты в земледелии Нечерноземной зоны. Агрехимический вестник. 2013. № 4. С. 20–26.

⁵⁷¹ Новиков М. Н., Тамонов А. М., Фролова Л. Д., Ермакова Л. И. Сидераты в земледелии Нечерноземной зоны. Агрехимический вестник. 2013. № 4. С. 20–26.

бобових культур є їхня здатність засвоювати атмосферний азот. Вони мають велике агротехнічне значення^{572 573}. Розвинена коренева система їх сприяє поліпшенню агрофізичних властивостей ґрунту та мікробіологічної діяльності. Поліпшення азотного режиму сприятливо відбивається на продуктивності наступних культур. У підвищенні врожайності культур, що вирощуються, поряд з мінеральними та органічними добривами, велика роль відводиться сидератам, які використовують життєдіяльність корисних мікроорганізмів. Низька вартість їх і висока окупність, а також безпека для всього довкілля обумовлює їх широке використання.

Бобові культури, як сидерати, дуже ефективні та екологічні. Вони збагачують ґрунт органікою, посилюють загалом біологічну активність, підвищують родючість, зменшують потребу в мінеральних добривах, не шкодять навколишньому середовищу та дешеві.

Мета біологізації землеробства – підтримка та активізація природних процесів, що відбуваються в природі. Чимала роль у цьому належить зеленим рослинам, які сприяють відновленню полів родючості, що втрачається ґрунтом. Вони можуть стати невичерпним джерелом поповнення органічної речовини ріллі. Використання бобових культур як сидерати дозволить поповнити ґрунт біологічним азотом.

Під впливом сидератів та зелених добрив дуже значно покращуються і водно-фізичні та агробіологічні та агрохімічні властивості ґрунту. Сидерати так само виконують і фітосанітарну роль – вони знижують засміченість, ураженість хворобами, шкідників культур. Вони сприяють зменшенню водної та вітрової ерозії ґрунту.

Сидерати сприяють збереженню елементів живлення, знижуючи їх змив у глибші шари ґрунту. Зелені добрива забезпечують розвиток мікрофлори, а рослина найнеобхіднішими елементами для повноцінного живлення протягом вегетаційного періоду, це позитивно впливає як на врожайність, так і на якість продукції, що вирощується. Мінімальна собівартість сидерації, висока їх ефективність дозволяє знизити витрати енергії та собівартість оброблюваних культур. Встановлено, що після заорювання всіх сидератів до часу посіву кукурудзи на зерно та зернового сорго відбувається мінералізація всієї біомаси, а також накопичення цінного нітратного азоту. Встановлено, що ефективність застосування сидератів залежить від врожайності зеленої маси, а також від своєчасного загортання цієї маси у ґрунт. Закладення сидератів (від 25 до 30

⁵⁷² Лошаков В.Г. Сидерация как фактор воспроизводства плодородия почвы и биологизации земле-делия. Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы инновационно-го развития сельского хозяйства и научные пути технологической модернизации АПК», Махачкала. 20-23 декабря, 2016. С. 18–23.

⁵⁷³ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение как биологический фактор сохранения и повышения плодородия почвы. Международная научно-практическая конференция «Проблемы развития земледелия в Не-черноземье», Белгород, 2016. С. 119–125.

тонн на гектар) рівнозначне внесення підстилкового гною від 30 до 50 тонн на гектар^{574 575 576}.

Позитивний вплив застосування сидератів на показники врожайності культур, що обробляються, відзначено багатьма дослідниками. Виходячи з результатів досліджень зроблено висновок⁵⁷⁷, що для підвищення врожайності культур необхідно: освоєння науковообґрунтованих сівозмін; постійне вдосконалення систем та прийомів обробітку ґрунту; захист ґрунтів від ерозії; раціональне, обґрунтоване застосування добрив; забезпечення позитивного балансу гумусу та всіх елементів живлення, впровадження енергозберігаючих технологій обробітку сільськогосподарських культур, що сприяють збереженню екологічної оптимальності довкілля. Землеробство республіки має ґрунтуватися на ресурсо– та енергозбереженні, на всіх етапах вирощування сільськогосподарських культур, збереженні та підвищенні родючості ґрунтів та всебічної екологізації.

Коріння сидератів розпушують і структурують ґрунт, покращують його водний та повітряний режим. У цьому плані провідна роль належить злаковим сидератам. Злакові рослини мають широко розгалужену кореневу систему, яка поділяє ґрунт на дрібні грудочки. Така дія зеленого добрива особливо корисна для важких ущільнених ґрунтів, в які погано проникають вода та повітря. Тому в чергуванні культур або в сівозміні, які необхідно застосовувати на городі, дуже важливо відвести місце і для зеленого добрива, щоб земля піддавалася структуруючій і оздоровлюючій дії сидератів, приблизно один раз на кілька років (*табл. 2.13*). На легких ґрунтах позитивний вплив зеленого добрива полягає у збільшенні водоутримуючої здатності за рахунок збагачення органічною речовиною. На важких ґрунтах злакові та бобові рослини з глибокою кореневою системою, такі як: люпин, люцерна, жито, ячмінь, розпушують глибокі пласти підґрунтя, і це має велике значення для полегшення проникнення води в ґрунт та покращення її водного та повітряного режиму. Культура, що вирощується на зелене добриво, не дає жодної продукції на рік вирощування, але оздоровлює ґрунти на 3–6 років⁵⁷⁸.

⁵⁷⁴ Айтемиров А.А. Сидеральные культуры как фак-тор биологизации. Материалы XVIII Международ-ной научной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России», Грозный, 4–5 ноября, 2016. Ч. 1. С. 47–52.

⁵⁷⁵ Айтемиров А.А., Бабаев Т.Т. Севооборот как фак-тор биологической интенсификации. Международ-ная научно-практическая конференция «Современные проблемы инновационного развития сельского хозяйства и научные пути технологической модер-низации АПК», Махачкала, 20–23 декабря, 2016. С. 203–207.

⁵⁷⁶ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России. М.: ВНИИА, 2015. 300 с

⁵⁷⁷ Айтемиров А.А., Халипов Б.М., Бабаев Т.Т., Амиралиев З.Г. Влияние сидератов на урожайность яровых зерновых культур в условиях орошения Терско-Сулакской подпровинции. Сельскохозяйственная экология. 2018. Том 13. № 2. С. 144–155.

⁵⁷⁸ Какое удобрение лучше? Сидераты! / под. ред. П. Н. Трофименко. Справочник, 2-е изд, доп. К.: К Земле с любовью, 2009. 80 с.

Особливості різних сидератів та їх вимоги до ґрунту⁵⁷⁹

Коренева система	Вид рослин	Винос поживних речовин із ґрунту*	Швидкість розвитку*	Бажаний тип ґрунту від – до	Бажана рН від – до
Азотфіксатори					
Глибока, 150–200 см	Люпин синій	+++	XX	Легкі – середні	Дуже кисла – нейтральна
	Люпин жовтий	+++	X	Легкі	Кисла
	Люпин білий	+++	XX	Середні – важкі	Кисла – слаболужна
	Буркун	++	X	Будь-які	Слабокисла – лужна
Середня, 80–150 см	Боби кормові	+	X	Середні – важкі	Слабокисла – лужна
	Вика посівна	++	X	Легкі – важкі	Слабокисла – лужна
	Горох посівний	+	X	Легкі – важкі	Слабокисла – лужна
	Серадела	+++	XX	Легкі	Дуже кисла – лужна
Неглибока, 0–80 см	Вика мохната	++	Зимуюча	Будь-які	Дуже кисла – лужна
	Горох польовий	++	X	Будь-які	Дуже кисла – лужна
	Конюшина інкарнатна	++	Зимуюча	Будь-які	Дуже кисла – лужна
	Конюшина гібридна	+	XX	Будь-які	Дуже кисла – лужна
Неبوبові					
Глибока, 150–200 см	Гірчиця	+	XXX	Будь-які	Дуже кисла – лужна
	Гречка	+++	XXX	Бідні	Кисла – нейтральна
Середня, 80–150 см	Ріпак	+	Зимуючий	Легкі – важкі	Кисла – нейтральна
	Суріпиця	+	Зимуюча	Легкі – важкі	Кисла – слабко-лужна
	Редька олійна	+	XX	Легкі – важкі	Кисла – слабко-лужна
	Фацелія	++	XXX	Легкі – важкі	Кисла – лужна

* Винесення поживних речовин із ґрунту: + слабе; ++ середне; +++ високе.

** Розвиток: повільний X; швидкий XX; дуже швидкий XXX.

⁵⁷⁹ Какое удобрение лучше? Сидераты! / под. ред. П. Н. Трофименко. Справочник, 2-е изд, доп. К.: К Земле с любовью, 2009. 80 с.

Господаренко Г.М. відмічає⁵⁸⁰, що сидерацію потрібно запроваджувати з відповідною алелопатичною узгодженістю між культурами. Ефективність її значно зростає, коли сумішки складаються з правильно підібраних культур, як-от:

гірчиця + ріпак ярий;
еспарцет + райграс однорічний;
овес + вика + гірчиця;
вика + овес;
солома попередника + гірчиця;
солома + редька олійна тощо.

Дуже популярними є суміші озимих – вики і жита, ярих – вики і вівса, гороху і вівса, пелюшки і кормових бобів, вики ярої, пелюшки й ріпаку.

Потрібно не забувати про санітарний розрив між попередниками рослин на зелене добриво та наступними культурами. Так, капустяні сидерати не можна розміщувати після інших культур цієї родини, ріпаку, буряків цукрових та льону олійного, які мають спільні шкідники і хвороби, а також після соняшнику. Не слід включати бобові в сівозміни з горохом і соєю, багаторічні трави з колосовими та просапними (враховуючи ефекти висушування ґрунту). Проте насичені зерновими сівозміни доречно розбивати посівами буркуну або гірчиці білої для боротьби з корневими гнилями та поліпшення біорізноманіття у структурі посівів. Сидерати мають велике значення для окультурення ділянок, що освоюються. Вони допомагають відновити родючість ґрунтів, зруйнованих будівельним та іншими роботами, де машини і люди повністю знищили або ущільнили верхній шар. Крім того, коріння сидеральних рослин виділяють органічні кислоти, які, взаємодіючи з ґрунтовими мінералами, переводять фосфор у розчинний стан. Особливо активні в цьому відношенні бобові та гірчиця. До того ж деякі бобові і гірчиця своїм глибоко проникаючим корінням поглинають фосфор з глибоких шарів підґрунтя. Фосфор накопичується в надземній частині цих рослин та в їхній кореневій системі. Після закладення в ґрунт і розкладання рослинних залишків верхній шар ґрунту збагачується органічними сполуками фосфору, що містяться в них, які під дією мікроорганізмів трансформуються в доступну для рослин форму. Так що наступна після цього зеленого добрива культура росте на ґрунті, збагаченому доступним фосфором.⁵⁸¹

Дія зеленого добрива залежить від віку рослин. Молоді і свіжі рослини багаті на азот, вони швидко розкладаються в ґрунті і швидко виділяють азот. У більш зрілому віці, коли рослини утворило іжорстке стебло, вони розкладаються повільніше, так як органічні речовини, які йдуть на будівництво

⁵⁸⁰ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

⁵⁸¹ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

грунтового гумусу (що є основою родючості), стають важкорозкладними. Зрілі рослинні тканини багаті на вуглецю і збіднені азотом. Мікроорганізмам, що розкладає їх, для життєдіяльності не вистачає азоту, і вони цей недолік компенсують за рахунок поглинання азоту з ґрунту, забираючи його у рослин. Тому при закладенні зрілої рослинної маси незадовго до посіву основної культури у ґрунті може виникнути дефіцит азоту, який негативно вплине на зростання основної культури. З урахуванням усіх цих міркувань рекомендується закладати зелене добриво в період бутонізації до початку цвітіння, коли рослини ще не дуже грубі⁵⁸².

Ґрунтово–кліматичні умови України дають змогу висівати на зелене добриво велику кількість культур (табл. 2.14).

Таблиця 2.14

Придатність культур для сидерації у проміжних посівах
(М. Й. Шевчук та ін., 2012)

Культура	Вимоги до умов вирощування	Норма висіву, кг/га	Коефіцієнт розмноження	Урожайність зеленої маси, ц/га	Придатність до сидерації
Люпин вузьколистий	Н	200	5	240	XXX
Люпин жовтий	Н	200	4	200	Х
Люпин багаторічний	ВВ	60	10	200	ХХ
Конюшина лучна	В	20	10	140	Х
Серадела	Н	50	12	180	ХХ
Буркун білий	ВВ	20	30	150	ХХ
Горох посівний	В	300	6	120	Х
Горох пелюшка	В	250	6	150	Х
Жито озиме	Н	200	10	200	Х
Грчиця біла	В	20	50	100	ХХ
Ріпак озимий	В	15	67	130	ХХ
Редька олійна	В	25	50	250	XXX

Примітки.

1. Ступінь придатності культури для сидерації: XXX – високий, ХХ – середній, Х – низький.

2. Вимоги культури до умов вирощування: Н – невимоглива, ВВ – відносно вимоглива, В – вимоглива.

У регіонах з достатнім зволоженням слід висівати люпин, конюшину, вико–вівсяні суміші, райграс, капустяні культури, у більш посушливих умовах – вико–житню, вико–вівсяну та горохово–вівсяну суміші, горох, буркун, еспарцет.

На бідних піщаних ґрунтах добре ростуть дуже вимогливі до вологи серадела, люпин та фацелія. Карбонатні ґрунти добре витримують лише люпин білий та буркун. Для бідних ґрунтів із надмірною кислотністю підходять тонконогі – жито озиме та його різновиди (зеленоукісне, багаторічне), овес, райграс. Капустяні потребують зв'язаніших і родючіших ґрунтів (окрім відносно невибагливої редьки олійної).

⁵⁸² Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

Вибираючи сидеральну культуру, зважають на вартість насіння, яке потрібно висіяти на 1 га посівної площі. За використання на зелене добриво тонконогих культур доцільно третину або половину норми азотних і всю норму фосфорних й калійних добрив, призначену для основної культури, внести під сидерат. Біомаса сидерату в такому разі може збільшуватися майже вдвічі.

Застосовуючи на сидерацію капустяні культури, слід мати на увазі, що біомаса редьки олійної, ріпаку, суріпки та інших визначається наявністю в ґрунті азоту та рівнем ґрунтової родючості взагалі. За низьких запасів азоту і на бідних ґрунтах капустяні сидерати зазвичай не вдаються зовсім. Тому для отримання високого врожаю зеленої маси капустяних потрібно обов'язково вносити мінеральні добрива у нормах 60–90 кг/га д. р. Бобові сидерати можуть мобілізувати 100–200 кг/га біологічного азоту, якого вистачає для вирощування не лише першої, а й наступних культур (*табл. 2.15*).

Вирішальний вплив на вибір видів сидератів для змішування має термін збирання попередника і термін вегетації певного компоненту.

Як зазначають фахівці Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів «Центрдержродючість», а також багаторічні дослідження кафедри загального землеробства Львівського НАУ, що недотримання (часто й нехтування) основних законів землеробства в останні роки, роздрібнення полів на паї, надмірна розораність угідь, недотримання науково обґрунтованих сівозмін, розширення площі посіву енергетичних і зернових культур, зменшення площі посіву бобових культур у сівозмінах призвели до того, що кожні п'ять років ґрунти України втрачають 0,04 % гумусу, по 4–6 мг на кг ґрунту рухомих сполук фосфору та калію. Разом з тим, у 17 областях України зростає кислотність ґрунтів. І в цьому плані ще більше зростає цінність сидератів як добрив з огляду на їх адаптивні властивості (*таблиця 2.15*)⁵⁸³.

При цьому наголошується⁵⁸⁴, що за сучасних глобальних змін клімату, які людство особливо відчуває в останні роки, у тому числі й в Україні, завдання охорони родючості ґрунту, а разом з ним і збільшення продуктивності та стійкості агрофітоценозів з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей зони, необхідно розв'язувати комплексно, в рамках адаптивно-ландшафтних енерго- і ресурсоощадних систем землеробства, які, поряд з відтворенням родючості і захистом ґрунтів від ерозії, забезпечують збереження агроландшафтів та екологічну чистоту середовища проживання людини. У сучасному землеробстві країни важливе практичне значення має розроблення і впровадження у виробництво сидеральної системи землеробства. Будучи дешевими, достатньо ефективними і повсюдно доступними, зелені добрива є невичерпним, постійно відновним джерелом органічних речовин у ґрунті.

⁵⁸³ Шувар І. Сидерати знову "в моді". Агробізнес сьогодні 2014. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/389-syderaty-znovu-v-modi.html>.

⁵⁸⁴ Шувар І. Сидерати знову «в моді». Агробізнес сьогодні 2014. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/389-syderaty-znovu-v-modi.html>.

Характеристика окремих видів рослин-сидератів⁵⁸⁵

Культура	Переважає тип ґрунту	Зберігання азоту	Період вегетації/ період сівби
Люцерна синя (<i>Medicago sativa</i>)	Крім кислих і вологих	Так	Від року
Люцерна хмелевидна (<i>Medicago lupulina</i>)	Крім кислих	Так	Від 3 міс.
Боби кінські (<i>Vicia faba</i>)	Важкі	Так	Під зиму
Вика, горошок посівний (<i>Vicia sativa</i>)	Крім кислих і сухих	Так	2–3 міс.
Конюшина інкарнатна (<i>Trifolium incarnatum</i>)	Легкі	Так	2–3 міс., під зиму
Конюшина лучна (<i>Trifolium pratense</i>)	Багаті суглинки	Так	3–18 міс.
Люпин вузьколистий та ін. види (<i>Lupinus angustifolius</i>)	Легкі кислі вологі	Так	2–4 міс.
Буркун білий (<i>Melilotus albus</i>)	Будь-які, у т.ч. бідні	Ні	Під зиму
Еспарцет піщаний (<i>Onobrychis arenaria</i>)	Будь-які, у т.ч. бідні	Так	Від року
Лядвенець рогатий* (<i>Lotus corniculatus</i>)	Будь-які	Так	Від року
Серадела посівна (<i>Ornithopus sativus</i>)	Будь-які вологі	Так	2–4 міс.
Гречка посівна (<i>Fagopyrum esculentum</i>)	Будь-які, у т.ч. бідні	Ні	1–3 міс.
Фацелія пижмолиста (<i>Phacelia tanacetifolia</i>)	Будь-які	Ні	1–3 міс.
Жито посівне** (<i>Secale cereale</i>)	Будь-які	Ні	Під зиму
Гірчиця біла (<i>Sinapis alba</i>)	Будь-які, у т.ч. бідні	Ні	1–2 міс.
Редька олійна (<i>Raphanus sativus</i>)	Важкі глинисті	Ні	2–3 міс.
Живокіст (<i>Symphytum</i>)	Будь-які	Ні	Від року

* Лише на незасіяних площах;

** Тільки з появою сходів основної культури.

⁵⁸⁵ Шувар І. Сидерати знову «в моді». Агробізнес сьогодні 2014. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/389-syderaty-znovu-v-modi.html>.

Тривалість посіву різних видів, що використовуються у проміжних посівах⁵⁸⁶:

до кінця липня – жовтий люпин, соняшник, біб;

до 5 серпня – кормова капуста, озимий ріпак, ярий ріпак, горох, вузьколистий люпин тощо;

до 15 серпня – кормова редька, фацелія, гірчиця.

Приклади змішування сидератів у залежності від типу ґрунту:

На легких ґрунтах можна використовувати види – жовтий люпин, серадела, горох кормовий, гірчиця біла, фацелія тощо, наприклад, у суміші:

Люпин жовтий (140 кг/га) + серадела (20 кг/га);

Люпин жовтий (120 кг/га) + сераделла (25 кг/га) + біла гірчиця (6 кг/га);

Люпин жовтий (110 кг/га) + пелушка (60 кг/га) + сераделла (25 кг/га);

Люпин жовтий (80 кг/га) + facelia (4 кг/га);

Серадела (40 кг/га) + фацелія (5 кг/га);

Серадела (35 кг/га) + біла гірчиця (35 кг/га);

Фацелія (5 кг/га) + біла гірчиця (10 кг/га).

На середньо ущільнених типах ґрунтів можуть бути використані такі види – синій люпин, вика, соняшник, горох кормовий (горох), польові боби, наприклад, у суміші⁵⁸⁷:

кормовий горох (100 кг/га) + вика (50 кг/га) + соняшник (10 кг/га);

кормові трави (100 кг/га) + вузьколистий люпин (70 кг/га) + соняшник (15 кг/га);

фураж гороху (130 кг/га) + соняшник (15 кг/га);

кормовий горох (100 кг/га) + вузьколистий люпин (140 кг/га);

вузьколистий люпин (100 кг/га) + кормовий горох (60 кг/га) + вика (45 кг/га);

вика (100 кг/га) + біб (80 кг/га) + соняшник (15 кг/га);

кормові боби (120 кг/га) + кормовий горох (40 кг/га) + вузьколистий люпин (80 кг/га).

На в'язких ґрунтах можна використовувати наступні види – боби, вика, соняшник, кормовий горох, наприклад, у суміші:

кормові боби (90 кг/га) + кормовий горох (60 кг/га) + вика яра (50 кг/га);

кормові боби (100 кг/га) + кормовий горох (100 кг/га) + соняшник (15 кг/га);

кормові боби (120 кг/га) + вика яра (40 кг/га) + соняшник (10 кг/га).

На всіх типах ґрунтів можна вирощувати гірчицю білу і фацелію, які рідко зазнають невдачі, їх насіння є недорогим.

Існує багато культур, ефективних як зелене добриво, а також багато правил, додержання яких визначає цю ефективність. Зелене добриво ефективне насамперед на важких, достатньо зволжених ґрунтах і в спеціалізованих

⁵⁸⁶ Сидерація: як правильно обрати сидерат відповідно до типу ґрунту?. URL: <https://www.growhow.in.ua/syderatsiya-yak-pravylnno-obraty-syderat-vidpovidno-do-typu-gruntu/>

⁵⁸⁷ Сидерація: як правильно обрати сидерат відповідно до типу ґрунту?. URL: <https://www.growhow.in.ua/syderatsiya-yak-pravylnno-obraty-syderat-vidpovidno-do-typu-gruntu/>

«спрощених» сівозмінах з обмеженим набором культур. Сидерацію застосовують також на віддалених від ферм полях, куди економічно не вигідно завозити гній, а також у господарствах з малим виробництвом органічних добрив, у спеціалізованих господарствах без тваринництва. Велике значення мають зелені добрива під час рекультивації вироблених кар'єрів нерудних корисних копалин і забруднених ґрунтів. Заорювання сидератів, як і будь-яких інших органічних добрив, збагачує ґрунт органічними речовинами, знижує його кислотність, забур'яненість полів, підвищує буферність, поліпшує структуру ґрунту, активізує життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів. Їх вирощування запобігає втратам елементів живлення внаслідок ерозії та міграції по профілю ґрунту.

Сидерати мобілізують елементи живлення нижніх шарів ґрунту і переміщують їх в орний шар. Якщо внесення гною – це повернення в ґрунт елементів живлення, що були використані рослинами для створення врожаю, то застосування зеленого добрива – це мобілізація поживних речовин із сонячної енергії, атмосфери та нижніх шарів ґрунту, які мало використовуються. Вважають, що їх післядія може тривати від 2 до 10 років.

У світовій практиці на зелене добриво вирощують турнепс, капусту кормову, люпин, фацелію, редьку олійну, гірчицю, гречку, багаторічні трави (люцерну, конюшину, буркун, еспарцет), зернобобові (вику, горох, боби кормові), капустияні (ріпак, редьку олійну, гірчицю, свиріпу), злакові (жито, тритикале, райграс, суданську траву). Дуже популярні суміші озимих – вики і жита, ярих – вики і вівса, гороху і вівса, пелюшки і кормових бобів, вики ярої, пелюшки й ріпаку, соняшнику і гречки тощо. У Німеччині ідеальним зеленим добривом вважають фацелію, в Японії – широко вирощують гречку. З бобових культур перспективними є ціамопсис (гуар) – культура, стійка до високих літніх температур, з урожайністю зеленої маси 50–60 т/га; архар (різновидність голубиного гороху) – з висотою стебла 2–2,5 м; буркун білий однорічний. Під час вирощування останнього наступна культура менше пошкоджується хворобами і шкідниками. Причиною їх загибелі є дикумарин (отруйна речовина, яка утворюється з кумарину під час розкладання рослинних решток). Чорнобривці очищають ґрунт від нематод, тому вважаються кращим попередником для плантацій суниці, помідора, цибулевих.

Ґрунтово-кліматичні умови України дають змогу висівати на зелене добриво велику кількість культур. При виборі необхідно враховувати кліматичні, ґрунтові та економічні умови господарства. Особливу увагу звертають на вартість насіння, яке використовують на 1 га посівної площі, позаяк це становить основну статтю витрат на зелене добриво. У цьому аспекті слід звернути увагу на дрібнонасінні культури з коефіцієнтом розмноження 1:30 і навіть 1:100. Господарству досить мати 1–3 га насінника, щоб забезпечити 30–100 га власним насінням.

Підбір сидерату також залежить від культур сівозміни. У сівозмінах із соняшником його на зелене добриво не висівають, з ріпаком – не сіють капустияних, із зерновими колосовими – злакових культур.

У регіонах з достатнім зволоженням слід висівати люпин, конюшину, вико–вівсяні суміші, райграс, капустяні культури; у більш посушливих умовах – вико–житню, вико–вівсяну та горохово–вівсяну суміші, горох, буркун, еспарцет. За низьких запасів азоту в ґрунті та на бідних землях сидерація капустяними культурами є неефективною, бо вони дуже вимогливі до рівня культури землеробства, за винятком редьки олійної. Остання відрізняється відносною невибагливістю до родючості ґрунту. Для отримання високої врожайності зеленої маси капустяних потрібно обов'язково вносити мінеральні добрива у нормах 60–90 кг/га д. р.

При використанні на зелене добриво злакових культур доцільно третину або половину норми азоту і весь фосфор та калій, призначені для основної культури, внести під сидерат. Біомаса сидерату в такому разі може збільшуватися майже вдвічі.

Доцільно висівати бобові сидерати, що можуть мобілізувати 100–200 кг/га біологічного азоту, якого вистачає не лише для вирощування першої, а й наступних культур. В одиниці рослинної маси бобових сидератів міститься така сама кількість азоту, як і в одиниці гною, але фосфору і калію менше, тому останні додатково вносять з мінеральними добривами. У ґрунті зелені добрива розкладаються значно швидше, ніж інші органічні добрива

Для правильного підбору сидератів, насамперед, необхідно визначити пріоритети їх застосування. Для різних цілей (оструктурення ґрунту, підвищення вмісту азоту та гумусу, самостійного та проміжного вирощування на зелений корм, боротьби зі шкідниками та хворобами рослин тощо) оптимальними є різні види сидератів.

Для збільшення вмісту азоту перевагу слід надати бобовим: буркуну, одно- та багаторічному люпину, сераделі, конюшині, люцерні, еспарцету тощо. Для поліпшення структури орного шару ґрунту слід використовувати злакові: райграс, багаторічне і кормове жито, однорічні трави, краще бобово–злакові суміші, а також редьку олійну. Для зниження ерозії та підвищення вмісту гумусу хороші результати дають пожнивні посіви хрестоцвітих: гірчиці, ріпаку, свиріпи озимої та ярої, редьки олійної, а також пожнивного люпину або перезимовуючих бобових з весняним приорюванням. Для боротьби з кореневою гниллю незамінні буркун, овес і гірчиця біла. Фітосанітарну здатність мають конюшина, свиріпа, ріпак та редька олійна⁵⁸⁸.

Важливість сидератів як засобу підвищення родючості та покращення санітарного стану ґрунтів визнано давно, проте регулярно застосовувати їх як проміжну покривну культуру досі пропонували, в основному, стосовно органічного землеробства для запобігання мінералізації органічних сполук та вимивання поживних речовин з ґрунту. Однак, при застосуванні комплексу агротехнічних заходів, вирощування сидератів як покривної культури на вологозабезпечених ґрунтах стає рентабельним навіть у найближчій перспективі. Особливо це характерно в сівозмінах з високою часткою озимих,

⁵⁸⁸ Кант Г. Зеленое удобрение. М. : Колос, 1982. 128 с.

враховуючи виключення хімічної та агротехнічної обробки полів проти бур'янів на сидеральних парах та значне зменшення її на основних культурах.

В органічному землеробстві сидерати широко застосовують як покривну культуру, безперечними перевагами якої є запобігання забур'яненості та ерозії, покращення структури ґрунту, підвищення вмісту гумусу тощо. Менш очевидним, але не менш важливим, є зменшення вимивання поживних речовин, активізація мікробіологічної діяльності, покращення аерації та волого утримуючої здатності ґрунтів, переведення поживних речовин у доступну форму та запобігання пересушуванню ґрунту в проміжках між основними культурами.

Багато сидеральних культур (люпин, буркун, гречка, серадела, фацелія, хрестоцвіті) добре засвоюють з ґрунту і переводять у розчинну форму мікроелементи і фосфор. Ці позитивні властивості сидерального пару можна використовувати ширше, але одним з основних стримуючих факторів є вологозабезпеченість ґрунтів.

На вологозабезпечених ґрунтах сидеральний пар при збереженні переваг чорного пару (активна мікробіологічна діяльність, вологозбереження) ефективніший як в екологічному сенсі (значне зменшення ерозії та забур'яненості), так із точки зору родючості ґрунтів (підвищення гумусності та вмісту доступних поживних речовин, покращення структури ґрунту).

У зонах Полісся й Лісостепу в якості сидеральних культур вирощують люпин різних видів, еспарцет, сераделу, пелюшку, рапс та озиме жито. Їх застосовують під картоплю, зернові, овочеві й технічні культури, а також у садівництві, виноградарстві та лісництві.

Зелене добриво не тільки впливає на врожай, а й сприяє збереженню та покращенню родючості ґрунту, оскільки заорювання його підвищує вміст гумусу в ґрунті, збільшує доступність для рослин фосфатів і зменшує газоподібні втрати з ґрунту азоту. Приорювання в ґрунт зеленого добрива рівноцінне внесенню 25–30 т/га гною.

Якщо в ґрунт приорюють солому, не бажано водночас сіяти сидерати, оскільки вологи не вистачає і на розклад соломи, і на ріст сидератів. Тому поживну солому краще вносити в ґрунт під просапні і круп'яні культури, а гичку буряків та іншу зелену побічну продукцію – під зернові⁵⁸⁹.

Краще на зелене добриво висівати бобові культури, які забезпечують ґрунт азотом за рахунок фіксації його з повітря. Бобові є кращими сидеральними культурами та прекрасними попередниками для багатьох культур, з яких особливо вирізняється люпин. Хоча слід враховувати їхню вимогливість до вологи та нетерпимість до забур'яненості.

Не слід заорювати в ґрунт велику масу зеленого добрива не подрібненою або свіжою. Обов'язковою умовою є підв'ялювання, подрібнення та перемішування, однак при середній масі часто хороші результати дає і звичайне приорювання без дискування.

⁵⁸⁹ Кисель В. И. Биологическое земледелие в Украине: проблемы и перспективы. Харьков : Штрих, 2000. 162 с.

До переваг бобових сидератів слід віднести і те, що навіть при зніманні зеленої маси на корм, вміст азоту і гумусу в ґрунті не знижується завдяки великій масі кореневих решток. Ці культури завдяки симбіотичній азотфіксації, залучають до біологічного кругообігу від 100 до 300 кг/га азоту повітря, з яких 75–200 кг є чистим прибутком для ґрунту, що дає змогу на 20–40% компенсувати витрати азоту і тим самим істотно зменшити рівень застосування мінерального азоту добрив.

Найвибагливішими до умов вирощування культурами, які до того ж характеризуються високою сталістю врожаю, є серадела, фацелія, овес та жито.

Фацелія при високій вартості насінневого матеріалу вирізняється швидким ростом, високоефективним пригніченням бур'янів та покриттям ґрунту при низькій нормі висіву, а також високій сталій врожайності та невибагливості.

Чим вищі показники потенційної родючості ґрунту, тим ефективніше розкладання зеленої маси сидератів. Проте, на час їх посіву після стерньових попередників у ґрунті залишається незначна кількість доступних форм азоту та інших біогенних елементів. Тому, зважаючи на короткий період вегетації, рекомендовано до посіву хрестоцвітих культур вносити 45–70 кг/га діючої речовини азотних добрив. Проте, необхідність внесення азоту під хрестоцвіті поживно компенсується їх перевагами – скороспілістю та невибагливістю до тепла при нарощування великої біомаси за короткий час вміст гумусу зростає, а азот не вимивається. За відсутності повного мінерального удобрення, доцільно при заорюванні сидерату вносити невисокі дози фосфорних добрив, наприклад, у рядки при його посіві. Під картоплю ефективніше перенесення основного удобрення під післяжнивний сидерат як для нарощування зеленої маси, так і для живлення основної культури. Приорювати їх можна в другій декаді вересня. Без мінеральних добрив вирощування хрестоцвітих та злакових доцільно лише на родючих ґрунтах, тому в інших випадках перевагу надають бобовим або сумішам райграсу з бобовими.

Слід мати на увазі, що без удобрення, і в першу чергу азотного, формується урожайність у межах 8–12 ц/га зеленої маси, що з огляду на витрати є економічно недоцільним. Одержати урожай зеленої маси 20 т/га і більше можна за дотримання зазначених вимог.

Одним із перспективних напрямів застосування зелених добрив є використання земель, що підлягають інтенсивному удобренню безпідстилковим гноєм та продуктами його механічної і біологічної переробки в зонах діяльності тваринницьких комплексів. Високе навантаження поголів'я на одиницю площі спонукає до інтенсивного застосування їх відходів.

За останні роки значно підвищилась врожайність сільськогосподарських культур і відповідно збільшилось внесення добрив. Впровадження у виробництво інтенсивних технологій вирощування зернових та технічних культур, для яких характерне використання підвищених доз органічних і мінеральних добрив вкотре підтверджує вишукувати засоби для підвищення родючості ґрунтів. Одним з ефективних засобів підвищення родючості ґрунту є сидерати.

Обов'язково слід враховувати, що сидерати повноправна культура в сівозміні. Необхідно строго витримувати санітарний розрив при вирощуванні в сівозміні самонесумісних культур та культур з обмеженою самосумісністю (табл).

Таким чином, при запланованому вирощуванні, наприклад ріпаку, впродовж 4 років як перед ним, так і після нього не бажано використовувати хрестоцвіті для проміжних посівів, після буряків цукрових сіяти ріпак та інші хрестоцвіті не раніше, ніж через 4–5 років.

Таблиця 2.16

Вміст поживних речовин у зеленому добриві в % на сиру масу
(за даними Інституту сільського господарства Полісся)

Добрива	Урожай зеленої маси, ц/га	Вміст, %			
		органічної речовини	загального азоту	фосфору	калію
Гній (змішаний)	–	22,0	0,48	0,22	0,52
Олійна редька	390–420	23,5	0,69	0,95	0,21
Гірчиця	350–440	22,7	0,71	0,92	0,43
Пелюшка	300–350	24,2	0,62	0,81	0,48
Озимий ріпак	240–290	22,4	0,79	0,83	0,86

Зелене добриво – найдешевший і найефективніший спосіб комплексного відродження землі. Більш раціонально вирощувати сидерати як проміжні культури, коли з весни до збирання вирощується основна культура (озимі, ранні та ярі зернові, рання картопля, капуста та інші), а після збирання основної культури сіються сидерати. У структурі посівних площ вони повинні займати не менше 20%.

Основні сільськогосподарські культури вегетаційний період використовують не повністю, і для повторних посівів залишається достатня кількість тепла, світла та опадів. Для того, щоб забезпечити нормальні сходи повторних культур, необхідно мати запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту не менше 20 мм, а за багаторічними даними на 1 серпня її запаси становлять близько 25 мм. При дальшому рості сидеральні культури починають використовувати вологу з метрового шару ґрунту, запаси якої повинні бути не менше 70 мм, а фактично бувають до 100 мм.

Для післязбиральних культур залишається ще понад 75 днів вегетаційного періоду, в той час, як гірчиця, олійна редька, ярий ріпак, вико-овес для формування врожаю зеленої маси використовують 40–60 днів вегетаційного періоду з сумою активних температур 600–800°C. Добрі результати дає посів озимого ріпаку з житом. Відразу після сходів рослини сидератів починають працювати на родючість ґрунту.

Сонце на полях, зайнятих сидератами, не пересушує верхні шари ґрунту, не вбиває мікрофлору, воно використовується рослиною для фотосинтезу – накопичення органічної маси, а отже, земля повинна бути покрита рослинністю. Давно відомо, що рослина за рахунок фотосинтезу створює біля

95% сухої речовини, а один квадратний дециметр поверхні листя за годину засвоює з повітря до 7 мг вуглекислого газу⁵⁹⁰.

Доповнення побічної продукції зеленими добривами в зонах достатнього зволоження або на зрошуваних землях є також невід'ємною складовою поповнення ґрунту органічною речовиною. Заорані сидерати не тільки збагачують ґрунт поживними макро– і мікроелементами після перегнивання та мінералізації, а й розпушують важкі ґрунти, покращують структуру, пригнічують та забивають бур'яни, які збіднюють ґрунт елементами живлення і дефіцитною вологою.

Сидерати ефективно борються з таким загрозливим явищем, як водна та вітрова ерозія. Своєю вегетативною масою сидерати гасять руйнівну для ґрунту динамічну енергію дощових крапель, зберігаючи цим структуру ґрунту, захищають поверхню ґрунту від видування вітрами. Своєю масою сидерати затримують від змивання орний шар потоками талих і дощових вод, сприяючи цим поглинанню вологи ґрунтом⁵⁹¹. Озимі сидерати (озимий ріпак, жито) та багаторічні бобові трави відіграють значну роль в снігозатриманні.

Сидерати помітно покращують агрохімічні і біологічні показники ґрунту, вони активізують його біологічну активність, підсилюють антагонізм до збудників хвороб, покращують ємність та ступінь поглинання. Ризосфера сидератів багата на мікрофлору, яка після відмирання перетворюється в поживні елементи⁵⁹².

Сидерати не дають високо мобільним сполукам, в першу чергу азоту, вимиватись в нижні горизонти, а також використовують важкорозчинні сполуки і перетворювати їх в легкодоступні форми. Гречка, люпин і гірчиця мають здатність використовувати з ґрунту важкодоступні для інших рослин малорозчинні форми добрив і перетворювати в доступну форму, підтягуючи їх з глибоких шарів в орний шар ґрунту, підіймають з них в орний шар вимиті раніше елементи живлення, в тому числі і кальцій, який розкислює ґрунт. При посіві олійної редьки в квітні місяці, в липні урожай зеленої маси на легкосуглинистих ґрунтах становить 310 кг/га, а вміст елементів живлення: азоту – 38 кг/га. фосфору – 61 кг/га. калію – 94 кг/га⁵⁹³.

При максимальному накопиченні вегетативної маси їх заорюють на глибину зяблевої оранки. Взагалі сидератом може бути будь-яка культура, яка має великий об'єм вегетативної маси і спроможність вегетувати при осінньому похолоданні та короткому світловому дні.

⁵⁹⁰ Серединський С. М. УДК 631.86/87 «Критерії відбору сидеральних культур для Західного Лісостепу». Агроекологічний журнал. Київ, 2007. 96 с.

⁵⁹¹ Кириченко В. В. Перспектива застосування сидеральних парів в Лісостепу України / Кириченко В. В., Костромитін В. М. Харків, 2007. 42 с.

⁵⁹² Кириченко В. В. Перспектива застосування сидеральних парів в Лісостепу України / Кириченко В. В., Костромитін В. М. Харків, 2007. 42 с.

⁵⁹³ Колос, 1982. - 128 с. 3. Бердніков О. М. Зелені добрива / Бердніков О. М. - К. :Т-во «Знання» УРСР. 1988. 48 с.

При використанні сидератів повністю на зелене добриво. всі 95% маси. одержаної від фотосинтезу. і 5% з коренів вносяться в ґрунт.

Через нестачу органічних добрив питання підбору сидеральних культур в сівозмінах стає особливо актуальним і набуває важливого значення. Адже застосування сидератів як органічного добрива є необхідною умовою одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур та підвищення родючості ґрунтів.

Для правильного підбору сидератів, насамперед, необхідно визначити пріоритети їх застосування. Для різних цілей (оструктурення ґрунту, підвищення вмісту азоту та гумусу, самостійного та проміжного вирощування на зелений корм, боротьби зі шкідниками та хворобами рослин тощо) оптимальними є різні види сидератів.

Зелене добриво не тільки впливає на врожай, а й сприяє збереженню та покращенню родючості ґрунту, оскільки заорювання його підвищує вміст гумусу в ґрунті, збільшує доступність для рослин фосфатів і зменшує газоподібні втрати з ґрунту азоту.

Сидерати не дають високо мобільним сполукам, зокрема азоту, вимиватись в нижні горизонти, вживаючи їх, вони зберігають ці сполуки в орному шарі. Корені сидератів, проникаючи в нижні глибокі шари ґрунту, підіймають з них в орний шар вимиті раніше елементи живлення, в тому числі і кальцій, який розкислює ґрунт.

У зонах Полісся й Лісостепу основними сидеральними культурами є люпин різних видів, еспарцет, сераделу, пелюшку, рапс та озиме жито, які застосовують під картоплю, зернові, овочеві й технічні культури, а також у садівництві, виноградарстві та лісівництві.

Сучасні системи землеробства повинні бути енерго- і ресурсозберігаючими та забезпечувати, з урахуванням особливостей ґрунтово-кліматичної зони, максимальну продуктивність сільськогосподарських культур з бажаними показниками якості, забезпечувати розширене відтворення родючості ґрунтів та максимальний рівень біологізації. Оскільки вони реалізуються в конкретному господарстві, сівозміні і полі, то вихідним і кінцевим пунктом системи землеробства є раціональне використання ріллі, опадів, меліорантів, добрив, сонячної енергії. Узагальнення власних даних та результатів досліджень науковців Західної Європи⁵⁹⁴ дозволяє показати перспективні напрямки, у тому числі і сидерації, у традиційному та органічному землеробстві (рис. 2.3).

Вітчизняний і закордонний досвід свідчить, що проміжна сидерація в сучасних умовах ведення землеробства, може розглядатись як агрозахід багатопланової дії, дозволяючи: поповнити джерела органічних добрив і азоту в ґрунті; зменшити невиробничі витрати вологи і поживних речовин за рахунок зниження процесів інфільтрації з кореневмісного шару ґрунту і тим самим підвищити коефіцієнти використання опадів, добрив і хімічних меліорантів; знизити процеси водної та вітрової ерозії; зменшити засміченість посівів, а в

⁵⁹⁴ Кант Г. Зеленое удобрение: монография / Г. Кант; пер. с нем. Б.Л. Кирюшина. М.: Колос, 1982. 123 с.

окремих випадках і знизити зараженість культурних рослин грибними хворобами; підвищити біологічну активність ґрунтів; покращити його агрофізичні властивості і, тим самим, знизити негативну дію на ґрунт важких машин і механізмів; зменшити затрати на обробіток ґрунту внаслідок активного рихлення орного і підорного шару біологічним шляхом – за рахунок корневих систем сидеральних культур.

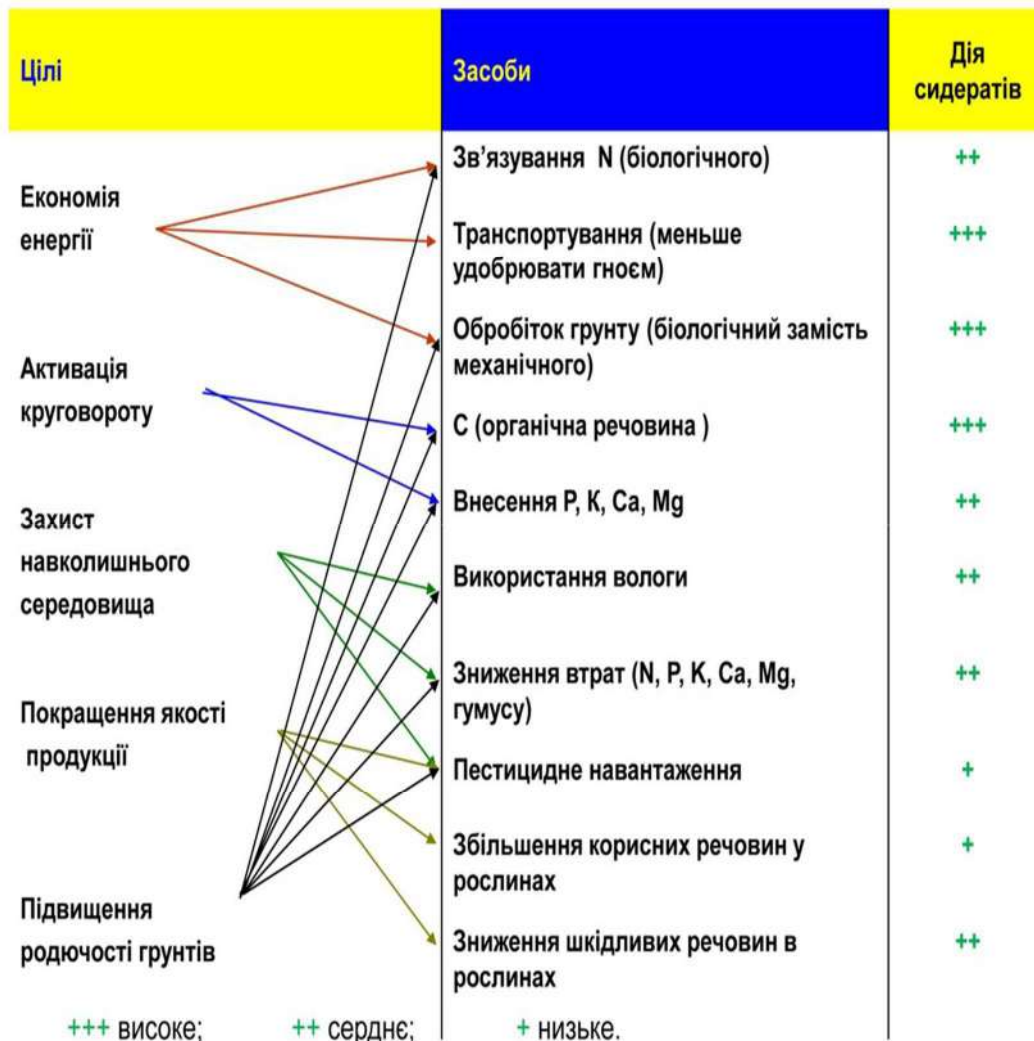


Рисунок 2.3 – Цілі та методи біологізації землеробства^{595 596}

У цілому ж, за рахунок застосування зелених добрив ефективніше використовуються агрокліматичні ресурси зони. У цьому плані в сучасному землеробстві сидерація повинна розглядатись як важливий ланцюг енерго– і ресурсозберігаючих технологій^{597 598}.

⁵⁹⁵ 2. Довбан К.И. Сидерація - многофакторный прием / К.И. Довбан // Земледелие. - 1986. - № 8. - С. 40-42.

⁵⁹⁶ Кризьська М. А. Агрохімічна, агроекологічна та економічна оцінки різних систем удобрення при вирощуванні картоплі. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 21. С. 33-39.

⁵⁹⁷ Бердников А.М. Зеленое удобрение - биологизация земледелия, урожайю Чернигов: Черниговское НПО «Элита», 1992. 191 с.

В Україні вирощування культур на зелене добриво у проміжних посівах можливе в зоні достатнього зволоження на всіх ґрунтах, але основна умова успішності цього агрозаходу – наявність проміжку теплої пори року після збору врожаю озимих і ранніх ярових зернових культур, тривалістю, як правило, у 60–80 днів із сумою ефективних температур 800–1000°C, що складає 30–40 % агрокліматичних ресурсів усього теплового періоду року⁵⁹⁹.

Багаторічними дослідженнями встановлено, що більшість польових культур, які використовуються в проміжних посівах, для формування урожаю зеленої маси на рівні 20,025,0 т/га або 3,0–4,0 т/га сухої речовини потребують 120–200 мм опадів.

Що ж стосується підвищення коефіцієнту використання сонячної енергії, то дане питання має актуальне значення для землеробства будь-якої епохи. К.А. Тимірязев писав, що промінь світла, який не використано зеленим листком рослини – багатство втрачене назавжди⁶⁰⁰.

З іншого боку, важливо мати науково обґрунтоване уявлення в зональному аспекті щодо процесів кругообігу і балансу поживних речовин у системі ґрунт – добриво – рослина з метою розробки агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення коефіцієнтів використання вологи, поживних речовин, ґрунту і добрив рослинами і запобігання забрудненню довкілля, а також регулювання якості отриманої продукції.

Для оцінки удобрювальної дії сидератів необхідно мати дані з накопичення кількості зеленої маси і сухої речовини на одиницю площу, а також інформацію щодо кількості макро– і мезоелементів, які залишилися після сидерату для наступних культур як в абсолютному виразі, так і в порівнянні з гноєм. Такі дані одержано для низки сидеральних культур при їх вирощуванні на дерново–підзолистому ґрунті (табл. 2.17).

Прийнято вважати, що гектар зелених добрив еквівалентний, за дією на урожайність наступної культури, гною в кількості 25–30 т/га. Виконана нами розрахунково–економічна оцінка з визначення хімічного складу фітомаси і коренів зелених добрив дозволяє прирівняти сидерати до гною в еквіваленті за кожним елементом.

За оцінкою⁶⁰¹, при порівняльній оцінці сидерату з гноєм основними показниками слід вважати накопичення сухої речовини і азоту на одиницю площі. При цьому додамо, що сидерація збагачує орний шар ґрунту кальцієм та

⁵⁹⁸ 4. Потапенко Л.В. Оптимізація системи удобрення картоплі на дерново–підзолистому ґрунті Полісся : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.04 «Агрохімія» / Л.В. Потапенко. Харків, 2013. 22 с.

⁵⁹⁹ Кризька М. А. Агрохімічна, агроекологічна та економічна оцінки різних систем удобрення при вирощуванні картоплі. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 21. С. 33-39.

⁶⁰⁰ 6. Тимірязев К.А. Солнце, жизнь и хлорофилл: Избр. соч. в 4-х томах. М.: ОГИЗ-СЕЛЬХОЗГИЗ, 1948. Т. 1. 694 с.

⁶⁰¹ Кризька М. А. Агрохімічна, агроекологічна та економічна оцінки різних систем удобрення при вирощуванні картоплі. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 21. С. 33-39.

магнієм за рахунок «перекачування» його із більш глибоких горизонтів ґрунтового профілю.

Таблиця 2.17

Агрохімічна оцінка різних видів рослин–сидератів порівняно із гноєм⁶⁰²

Вид сидерату	Еквівалентно гною в тоннах за показниками					
	суха речовина	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Люпин вузьколистий	43	61	31	38	56	106
Люпин багаторічний	32	50	26	27	82	156
Люпин жовтий	8	10	5	9	9	29
Райграс однорічний	22	29	16	29	17	25
Райграс пасовищний	30	44	26	41	22	31
Райграс, отава	44	66	40	62	24	69
Райграс + серадела, отава	46	73	41	51	25	65
Райграс + редька олійна, отава	29	40	23	35	17	46

Результати польового стаціонарного дослідження показують: сидерат у вигляді вузьколистого люпину при вирощуванні картоплі еквівалентний мінеральній системі удобрення, а також еквівалентний 40 т/га гною. Досягнутий рівень урожайності за одностороннього внесення цих добрив перевищує контроль на 66–77 %. За поєднання органічних добрив із мінеральними, отримано врожайність на рівні 17,6–18,9 т/га. При цьому варіант сидерат + NPK поступався варіанту гній + NPK лише на 7 %. Якість продукції за сидеральною та сидерально–мінеральною системою удобрення була високою, а вміст нітратів у бульбах найменший.

Вагомий у плані застосування сидератів досвід ПП «Агроекологія» Антонця. За його твердженням⁶⁰³ зелене добриво є невичерпним, постійно поновлюваним джерелом органічної речовини. Відомо, що за своє життя на формування біомаси рослина бере з ґрунту лише 10% «матеріалу», а 90% одержує з повітря, енергії сонячних променів. За своєю ефективністю сидерати прирівнюються до напівперепрілого гною з коефіцієнтом 1,5. Сидерати сприяють природному відтворенню родючості ґрунту. На полях, зайнятих ними, не пересушується верхній шар, не гине біота, а лише сприяє фотосинтезу, збільшуючи накопичення поживних речовин.

Вибираючи ту чи іншу сидеральну культуру, потрібно враховувати кліматичні, ґрунтові й організаційно–економічні умови господарства. Особливу

⁶⁰² Кризька М. А. Агрохімічна, агроекологічна та економічна оцінки різних систем удобрення при вирощуванні картоплі. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 21. С. 33-39.

⁶⁰³ Антоненко С. С. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області/ С. С. Антоненко, А. С. Антоненко, В. М. Писаренко. Полтава : РВВ ПДАА, 2010. 200 с.

увагу треба звертати на насінництво, оскільки вартість насіння складає основну статтю витрат при вирощуванні культур на зелене добриво.

У «Агроєкології» як сидеральні культури використовують багаторічні бобові трави (еспарцет виколистий, люцерну посівну), однорічні бобові (вика яра), котрі більш корисні для збагачення ґрунту поживними речовинами. Використовують також гречку, редьку олійну, гірчицю, а також сумішки вика яра та овес посівний, редька олійна та овес посівний. Є також несіяні сидерати (отава вико–вівса, падалиця зібраних культур).

Відразу після сходів сидерати починають "працювати" на родючість ґрунту. Сонце на полях, зайнятих ними, не пересушує верхній шар, не вбиває мікрофлору, а лише сприяє фотосинтезу. Бобові культури збагачують ґрунт азотом, який фіксують із повітря бульбочкові бактерії, розміщені на їхніх коренях. Накопиченого азоту вистачає як самій сидеральній культурі, так і наступній після неї культурі у сівозміні. Позитивний вплив сидерації на родючість ґрунту і урожайність сільськогосподарських культур зберігається протягом трьох років. Так само, як і гній, сидерати є важливим джерелом для синтезу органічної речовини ґрунту.

Під впливом бобових сидератів у 4–7 разів збільшується кількість бульбочкових бактерій, значно підвищується ферментативна активність ґрунту, покращуються його фітосанітарні та водно–фізичні властивості, створюються умови для інтенсивного розвитку мікроорганізмів і мікрофауни. Позитивна дія сидерату триває протягом 3–4 років.

Широке впровадження сидератів сприяє включенню в малий кругообіг з більш глибоких генетичних горизонтів ґрунту невикористаних резервів фосфору, калію, кальцію, магнію та інших елементів живлення рослин.

Агрохімічними дослідженнями встановлено, що після еспарцету при його врожайності 275 ц/га після мінералізації зеленої маси у ґрунті накопичується N₁₄₅ P₂₅ K₇₅. Після вика озимої та ярої при врожайності 250 ц/га у ґрунті залишається N₁₆₀ P₇₅ K₂₀₀. Після вико–вівсяної сумішки – N₁₂₀ P₃₅ K₈₀. Після гречки, зелена маса якої заробляється двічі, вміст макроелементів у ґрунті досягає – N₂₀₀ P₁₃₅ K₃₀₅. Після гірчиці білої при врожайності 250 ц/га вміст макроелементів становить – N₆₀ P₄₀ K₉₀. Після редьки олійної при врожайності 450 ц/га вміст макроелементів дорівнював N₈₅P₆₅ K₂₄₅⁶⁰⁴.

У зв'язку з цим приводимо рекомендовані норми внесення мінеральних добрив для зони Лісостепу. Так, для пшениці озимої вони становлять N_{90–120} P₆₀ K₉₀, пшениці ярої та сої – N₆₀ P₆₀ K₆₀, кукурудзи – N_{90–120} P_{60–90} K_{90–120}, соняшнику – N₆₀ P_{60–90} K_{40–60}, буряка цукрового (за нестійкого зволоження) – N_{85–100} P_{120–130} K_{115–125}.

Сидеральні культури вирощують з підсівом до покривної культури, поукісно і поживно. У першому випадку, у рік вирощування, сидерати підсівають під покривну культуру (ячмінь ярий) або висівають безпосередньо

⁶⁰⁴ Антоненць С. С. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області/ С. С. Антоненць, А. С. Антоненць, В. М. Писаренко. Полтава : РВВ ПДАА, 2010. 200 с.

після збирання основної культури (поукісно, пожнивно). В процесі вирощування сидеральних культур з підсівом під покривну культуру поле обробляють за технологією підготовки ґрунту для покривної культури. З метою вирощування сидератів післяукісно або пожнивно ґрунт готують рекомендованими агрегатами на глибину 6–8 см. Головне – не допустити розриву між збиранням попередника і сівбою сидерата, бо це призводить до значної втрати вологи і, як наслідок, гіршого розвитку сидеральної культури. Важливо також забезпечити загортання насіння у вологий ґрунт. Сівбу проводять одразу ж за обробітком ґрунту або одночасно з ним. Основний спосіб сівби – звичайний рядковий; норми висіву для післяукісного або пожнивного посіву збільшують на 20–25% порівняно з оптимальними умовами (за сівби весною) і загортають його на 1–2 см глибше. Після сівби проводять коткування, при необхідності досходове і післясходове боронування легкими посівними боронами⁶⁰⁵.

Найкращі результати для одержання дружних сходів і наступного росту сидератів дає саме поверхневий обробіток ґрунту: зберігається волога, зменшується забур'яненість, не ущільнюється ґрунт. У поєднанні з сидератами поверхневий обробіток забезпечує найефективніше збереження та підвищення родючості ґрунту.

За вирощування сидеральних культур відтворення родючості ґрунту, забезпечують самі рослини. Цю їх властивість підраховано навіть математично. За своє життя на формування біомаси рослина бере з ґрунту лише 10 % «матеріалу», а 90 % одержує з повітря, енергії сонячних променів.

Таким чином, на кожен тону врожаю сухої речовини (основної та побічної продукції) багаторічні бобові трави (люцерна, еспарцет) фіксують з повітря приблизно 30–38 кг, люпин і кормові боби – 20–27 кг, горох – 10–15 кг азоту.

Система заробки сидератів у «Агроєкології» використовується досить проста⁶⁰⁶. Залежить вона від маси і росту різнотрав'я. Якщо травостій невисокий – 30–40 см і вже починається бутонізація, запускають у загінки трактор із дисковими боронами. Гарно відрегульований агрегат з чітко налаштованими під потрібним кутом атаки робочими органами легко заробляє травостій. Як правило, проводять дискування у два сліди, коли при зворотньому проході половина борони обробляє уже задисковану смугу. Тоді робочі органи йдуть полем чіткіше, а дискова борона краще заробляє сидерат.

Для заробки сидератів у господарстві використовують дискові борони імпортного виробництва. Як правило борони мають рами, які дозволяють всім робочим органам здійснювати поверхневий обробіток незалежно від

⁶⁰⁵ Антоненць С. С. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області/ С. С. Антоненць, А. С. Антоненць, В. М. Писаренко. Полтава : РВВ ПДАА, 2010. 200 с.

⁶⁰⁶ Антоненць С. С. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області/ С. С. Антоненць, А. С. Антоненць, В. М. Писаренко. Полтава : РВВ ПДАА, 2010. 200 с.

конфігурації ландшафту на точно визначену глибину. Класичні диски у них поєднуються з «ромашковими». Це дає гарну можливість водночас і подрібнювати сидерати, протидіяти бур'янам, і розпушувати землю. На додачу дискові борони оснащені котками, налаштованими на притрамбовування зеленої подрібненої маси.

Вкрай важливо заробляти сидерати вчасно. На збіднених ґрунтах, за умов спекотного літа, вони ростуть повільніше. Вступають у бутонізацію і цвітіння при висоті 15–20 сантиметрів. Восени добре доглянуті площі на яких вирощувались сидерати найперше йдуть під вирощування пшениці озимої.

Важливість сидерації підкреслено і з огляду на дослідження цінності сидератів у сівозміні. Дослідження проведено на прикладі однієї з типових моделей органічних сівозмін для господарств рослинницького напрямку в умовах Полісся. Разом із традиційними для зони Полісся культурами (озима пшениця, жито, ячмінь, конюшина) до складу сівозміни включено сою, яка набуває все більшої популярності останнім часом. Схема сівозміни: 1– конюшина на насіння; 2– озима пшениця, олійна редька на сидерат; 3– соя, озиме жито на сидерат; 4– гречка, олійна редька на сидерат; 5– ячмінь з підсівом конюшини. За відсутності мінеральних добрив та гною система удобрення базується на насиченні сівозміни бобовими культурами (40 % у структурі посівних площ), повному поверненні в ґрунт побічної продукції, широкому застосуванню сидератів та бактеризації посівного матеріалу всіх основних і проміжних культур мікробними препаратами.

Оцінка екологічної ефективності досліджуваної сівозміни проведена за показником балансу гумусу, розрахованим згідно методики⁶⁰⁷. При цьому урожайні дані по основній продукції для визначення відповідного їй виходу побічної продукції та поверхнево–кореневих решток прийнято згідно⁶⁰⁸, а вихід біомаси сидератів – згідно⁶⁰⁹. З метою врахування особливостей дерново–підзолистих ґрунтів Полісся втрати гумусу від мінералізації підвищено в 1,4 рази з огляду на їх гранулометричний склад⁶¹⁰. Результати розрахунків наведено в *табл. 2.18*.

⁶⁰⁷ Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління / С.А. Балюк, В.О. Греков, М.В. Лісовий, А.В. Комариста. Харків: КП «Міська друкарня», 2011. 30 с.

⁶⁰⁸ Звіт з науково-дослідної роботи «Розробити наукові основи формування та оцінки еколого-економічної ефективності моделей органічного виробництва сільськогосподарської продукції в умовах Полісся» за 2013 р., / Ю.М. Халеп, А.М. Москаленко, С.О. Будько, З.В. Брегіда. Чернігів, НААН, 2013 р. 26 с.

⁶⁰⁹ Ефективне використання сидератів у сучасному землеробстві (науково-методичні рекомендації) / О.М. Бердніков, В.В. Волгогон, Л.В. Потапенко, Т.Б. Мілютенко, Л.М. Скачок. Чернігів, 2012. 26 с.

⁶¹⁰ Економічна оцінка заходів розширеного відтворення родючості ґрунтів Полісся (Науково–методичні рекомендації) / А.М. Москаленко, В.В. Волгогон, Ю.М. Халеп, О.І. Христенко. Чернігів, 2012. 35 с.

Прогнозні розрахунки балансу гумусу, т/га

Основні та проміжні культури сівозміни	Втрати гумусу від мінералізації та вимивання	Новоутворений (від побічної продукції і решток) та збережений (від сидерату) гумус	Баланс (+/-)
Конюшина	1,01	3,88	+2,87
Озима пшениця	1,92	1,92	0
Редька на сидерат	0	0,24	+0,24
Соя	2,27	0,64	-1,63
Озиме жито на сидерат	0	0,11	+0,11
Гречка	1,71	1,59	-0,12
Редька на сидерат	0	0,12	+0,12
Ячмінь	1,89	0,74	-1,15
По сівозміні	1,76	1,85	+0,09

Як можемо бачити, в цілому по сівозміні прогнозується позитивний баланс гумусу (саме за цим критерієм і було побудовано модель) в розмірі 0,09 т/га на рік. При цьому інтенсивність балансу складає 105,1 % тобто знаходиться на мінімальному рівні з рекомендованих 105–110 %⁶¹¹. У той же час наслідком вирощування більшості із запропонованих сільськогосподарських культур (сої, гречки, ячменю) за очікуваних рівнів урожайності й відповідного виходу побічної продукції та поверхнево–корневих решток є від’ємні баланси гумусу. Вагомий внесок у дохідну частину балансу гумусу роблять сидерати. Але основним фактором забезпечення позитивного балансу гумусу в досліджуваній сівозміні є солома та поверхнево–кореневі рештки конюшини.

Відмічається, що ґрунт є тим середовищем, без якого в природі немислиме життя рослин, що реалізують один з найбільших винаходів природи – процес фотосинтезу, що супроводжується утворенням і накопиченням верхню частину земної оболонки органічної речовини – зберігача сонячної енергії.

К.А. Тимірязев вважав, що зелені рослини грають у житті Землі космічну роль, оскільки завдяки їм виникла та розвивається біосфера на нашій планеті. за його словами, рослина – посередник між небом та землею⁶¹². Такими посередниками є рослини, які використовують як зелене добрива.

⁶¹¹ Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва. Науково-методичне забезпечення / Ю.О. Тараріко, О.Ю. Несмашна, О.М. Бердніков та ін.; за ред. Ю.О. Тараріка. К.: Аграрна наука, 2005. 200 с.

⁶¹² Тимірязев К.А. Изб. соч. Т. 2. - М.:ОГИЗ-СЕЛЬХОЗГИЗ, 1948. с.

Зелене добриво найбільше підходить для біологізації землеробських технологій – основи екологічно безпечних систем землеробства^{613 614 615 616 617 618 619 620}.

Це пов'язано, перш за все, з тим, що у формуванні зеленого добрива – сидератів вирішальна роль належить вегетуючим рослинам, що постачають постійно відновлюване джерело енергії – органічна речовина⁶²¹.

Іншою особливістю цього відновлюваного джерела енергії є те, що хімічний склад органічної маси сидератів близький до складу основних сільськогосподарських культур, що визначає їхню відповідність потреби рослин цих культур в основних елементах живлення⁶²².

Зелене добриво є фактором біологізації та екологізації землеробства, оскільки основні запаси поживних елементів у складі сидеральних рослин знаходяться у вигляді органічної речовини, яка не вимивається з ґрунту і тому безпечно для довкілля⁶²³.

Доступність порівняно дешевого зеленого добрива – «гною, що росте на полі» – робить його привабливою та перспективною формою органічного добрива, здатного разом із соломою значно зменшити дефіцит органічних добрив^{624 625}. За даними ВНДІ агрохімії ім. Д.М. Прянишнікова, при структурі посівних площ, що склалася в країні, сидерати могли б займати в нашій країні до 30 млн га та давати зелене добриво, рівноцінне за вмістом органічної

⁶¹³ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России /Под ред. В.Г.Сычева. М.: Изд-во ВНИИА, 2015. 300 с.

⁶¹⁴ Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы/Под ред. В.Г.Сычева. М.: Изд-во ВНИИА, 2012. 512 с.

⁶¹⁵ Алексеев Е.К. Зеленое удобрение в Нечерноземной полосе.М.: Сельхозгиз, 1959. 278 с.

⁶¹⁶ Довбан К.И. Зеленое удобрение в современном земледелии. Вопросы теории и практики.Минск: Белорусская наука, 2009. 404 с.

⁶¹⁷ Прянишников Д.Н. Изб. соч. в 3 томах. - М.: Сельхозгиз, 1965.562 с.

⁶¹⁸ Лошаков В.Г. Экологические проблемы современных агроландшафтов. Экология и культура: от прошлого к будущему. - Ярославль – Борок, НИИ биологии внутренних вод им. Папанина РАН, 2013. С. 13–19.

⁶¹⁹ Новиков М.Н., Тужилин В.М., Самохина О.А. и др. Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне/Под ред. А.И.Еськова. Владимир: ВНИПТИОУ, 2004. -260 с.

⁶²⁰ Шпаар Д., Лошаков В.Г., Постников А.Н. и др. Возобновляемое растительное сырье /Под ред. Д. Шпаара. - С-Петербург Пушкин, 2006. Кн. 1. 416 с. Кн. 2. 382 с.

⁶²¹ Шпаар Д., Лошаков В.Г., Пыльнев В.В. и др. Рапс и сурепица. Выращивание, уборка, использование/Под ред. Шпаара. М.: Изд-во ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2007. 320 с

⁶²² Шпаар Д., Лошаков В.Г., Пыльнев В.В. и др. Рапс и сурепица. Выращивание, уборка, использование/Под ред. Шпаара. М.: Изд-во ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2007. 320 с

⁶²³ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России /Под ред. В.Г.Сычева. М.: Изд-во ВНИИА, 2015. 300 с.

⁶²⁴ Лошаков В.Г. Экологические и фитосанитарные функции зеленого удобрения. /Успехи современной науки. 2017.Т.1.№10. С.24-31.

⁶²⁵ Лошаков В.Г. Промежуточные культуры как фактор интенсификации земледелия и окультуривания дерново-подзолистых почв. Докт.дисс. М.:ТСХА,1982. 406 с

речовини 700–800 млн т підстилкового гною⁶²⁶. При цьому витрати на виробництво та використання зеленого добрива в 3–4 рази менше витрат на застосування підстилкового гною⁶²⁷.

Поряд із добривом полів, сидерація дозволяє вирішити цілу низку інших актуальних завдань сучасного землеробства: раціональне використання поживних речовин мінеральних добрив та ґрунту, біологізація та екологізація землеробства, захист ґрунту від ерозії, охорона навколишнього середовища, зниження пестицидного навантаження та оздоровлення агрофітоценозів, збереження екологічної рівноваги в агроландшафтах та ін⁶²⁸.

Все це в сукупності визначає важливе агротехнічне та агроекологічне значення зеленого добрива для стабільного підвищення родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур, стійкості землеробства проти несприятливих погодних умов, і навіть його високу ринкову конкурентоспроможність.

Встановлено, що врожайність основних сидеральних культур – різних видів люпину, сераделли, буркуну та інших бобових сидератів у зайнятих парах Центрального Нечорнозем'я сягає 400–500 ц/га зеленої маси, удобрювальна цінність якої не поступається підстилочному гною хорошої якості. У зеленій масі таких сидератів міститься 200–250 кг/га азоту, що при їх заоранні в ґрунт рівноцінно внесення 6–7 ц/га дорогої аміачної селітри⁶²⁹. Крім азоту, зелена та коренева маса сидератів багата на фосфор, калій, кальцій, мікроелементами і в такій кількості та співвідношенні, які необхідні для нормального зростання та розвитку основних сільськогосподарських культур. Ці поживні речовини входять до складу органічної маси, запахується в ґрунт, тому вони не вимиваються з її, що дуже важливо з погляду як живлення рослин, а й екології – значно зменшується загроза забруднення ґрунтових вод та водойм нітратними та іншими шкідливими речовинами⁶³⁰.

Багато сидератів (люпин, буркун та ін.) мають глибоко проникаючу кореневу систему і, отже, мають здатність витягувати з глибоких шарів ґрунту поживні речовини і перерозподіляти їх у орний шар. Це дозволяє люпину та

⁶²⁶ Сычев В.Г., Ефремов Е.Н. Концепция программы агрохимических мероприятий до 2020 года. Инновационные решения регулирования плодородия почв сельскохозяйственных угодий. М.: ВНИИА, 2011. 30 с.

⁶²⁷ Мерзлая Г.Е., Державин Л.М., Завалин А.А., Лошаков В.Г и др. Рекомендации по эффективному использованию соломы и сидератов в земледелии / Под ред. В.Г.Сычева. М.: ВНИИА, 2012. 44 с.

⁶²⁸ Лошаков В.Г. Избранные труды – теория и практика российского земледелия и образования. Т. 1/ Под ред. В.Г.Сычева. Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2017. 636 с..

⁶²⁹ Лошаков В.Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. М.: Россельхозиздат, 1980. 126 с.

⁶³⁰ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России /Под ред. В.Г.Сычева. М.: Изд-во ВНИИА, 2015. 300 с.

іншим сидератам формувати велику – до 50–60 т/га вегетативну масу високої цінності для удобрення⁶³¹.

Ще однією не менш цінною властивістю люпину та інших бобових сидератів є їх здатність з допомогою корневих виділень розчиняти важкорозчинні сполуки фосфатів ґрунту, перетворювати їх у доступні для рослин оксиди фосфору⁶³².

Заорана в ґрунт органічна маса сидератів піддається розкладанню ґрунтовими мікроорганізмами. Найбільш інтенсивне розкладання сидерату в ґрунті відбувається в першій половині літа, коли відзначається найбільше споживання поживних речовин інтенсивно зростаючими сільськогосподарськими рослинами⁶³³.

Такий збіг за термінами найбільшого надходження поживних речовин у ґрунтовий поглинальний комплекс з їх максимальним споживанням швидко зростаючими сільськогосподарськими рослинами має велике агроекологічне значення, тому що виключає надмірне накопичення поживних речовин у ґрунті з подальшим їх вимиванням у ґрунтові води.

Тим самим забезпечується найвищий коефіцієнт використання поживних речовин екологічно безпечного зеленого добрива. Інтенсивно розкладаючись «в потрібний час і в потрібному місці», зелене добриво є джерелом розчинних поживних речовин – азоту, фосфору, калію, кальцію та інших під час найбільш інтенсивного зростання основних сільськогосподарських культур.

У цей період відбувається найбільш активне поглинання поживних речовин кореневої, що вивільняються системою швидко зростаючих сільськогосподарських культур без надмірного накопичення їх залишків у ґрунті. З цих позицій екологічно ефективно пропускання мінеральних добрив через вегетативну масу сидеральних рослин, коли призначені, наприклад, для пшениці, мінеральні добрива вносять під сидеральну рослину, що вирощується на зелене добриво під цю культуру⁶³⁴.

Встановлено, що у свіжій зеленій масі сидератів співвідношення C:N вузьке і не перевищує 10–15:1, що дуже важливо для підвищення біологічної активності ґрунту та мобілізації поживних речовин. Тому зелене удобрення в сидеральних парах завжди було одним з найбільш ефективних прийомів біологічного окультурування дерново–підзолистих і інших малоплодородних ґрунтів Нечорноземної зони.

Однак, основна форма сидерації у вигляді сидеральної пару економічно не вигідна, так як сидеральне поле сівозміни протягом року не дає товарної

⁶³¹ Лукин С.В. Биологизация земледелия в Белгородской области: итоги и перспективы. Достижение науки и техники АПК. 2016. Т. 3.- №7. С. 20-23.

⁶³² Шпаар Д., Лошаков В.Г., Пыльнев В.В. и др. Рапс и сурепица. Выращивание, уборка, использование/Под ред. Шпаара. М.: Изд-во ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2007. 320 с.

⁶³³ Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы/Под ред. В.Г.Сычева. М.: Изд-во ВНИИА, 2012. 512 с.

⁶³⁴ Лошаков В.Г. Экологические проблемы современных агроландшафтов. Экология и культура: от прошлого к будущему. - Ярославль – Борок, НИИ биологии внутренних вод им. Папанина РАН, 2013. С. 13–19.

продукції. Тому економічно вигідніше проміжна форма сидерації у вигляді пожнивних, підсівних, поукісних, озимих та інших проміжних культур⁶³⁵.

В умовах Центрального району Нечорноземної зони перспективні сидеральні культури: гірчиця біла, рапс, рідина олійна, фацелія. Найбільшою стійкістю до несприятливих умов пожнивного періоду характеризується гірчиця біла. Її рослини стійкі до раноосінніх заморозків швидко ростуть і за 45–50 серпнево-вересневих днів здатні накопичити 20–30 т/га зеленої маси та 6–10 т/га коренів⁶³⁶.

В 1 ц абсолютно сухої органічної маси пожвної гірчиці міститься 38,6 кг вуглецю, 3,1 азоту, 1,1 оксиду фосфору та 1,9 кг оксиду калію. Її зелена маса багата азотом, що забезпечує вузьке співвідношення C:N (10–12:1) та її високу зручну цінність⁶³⁷.

При насиченні зернового сівозміни пожнивним сидератом до 50% площі ріллі надходження органічної речовини в дерново–підзолистий середньосуглинистий ґрунт збільшується на 46%. Проте, для оптимізації процесів гуміфікації органічної речовини та накопичення гумусу в ґрунті важливо, щоб надмірна біологічна активність не призводила до повної мінералізації органічної речовини, що вноситься у ґрунт. Тому ефективніше поєднання біологічно активного зеленого добрива з добривом соломою, яке врівноважує процеси перетворення органічної речовини у ґрунті та покращує гумусовий баланс.

При заорюванні зеленої маси пожвної гірчиці білої (18–20 т/га) спільно з соломою (5–6 т/га) протягом двох 6–річних ротацій зернового сівозміни кількість гумусу в шарі ґрунту 0–40 см збільшувалася на 0,48%, тобто. практично на стільки ж як і в плідному сівозміні з двома полями багаторічних трав (0,49%). При цьому кількість водопрічних агрегатів в орному шарі ґрунту 0–20 см збільшувалося з 34,2 до 40,1 %, а щільність того ж ґрунту під посівами вівса та ячменю знижувалася з 1,30–1,31 до 1,20–1,22 г/см³, водопроникність ґрунту зросла на 19–65 %⁶³⁸. Це підвищувало стійкість ґрунту до водної ерозії, що має велике екологічне значення. Заорювання пожвного сидерату в зерновому сівозміні (83% зернових) у чистому вигляді підвищувала коефіцієнт використання азоту мінеральних добрив ячменем на 13%, вівсом – на 36, а при поєднанні пожвного сидерату з добривою соломою – на 22 і 69 % відповідно.

⁶³⁵ Лошаков В.Г. Промежуточные культуры как фактор интенсификации земледелия и окультуривания дерново-подзолистых почв. Докт. дисс. М.: ТСХА, 1982. 406 с.

⁶³⁶ Лошаков В.Г. Избранные труды – теория и практика российского земледелия и образования. Т. 1/Под ред. В.Г. Сычева. Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2017. 636 с.

⁶³⁷ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России /Под ред. В.Г. Сычева. М.: Изд-во ВНИИА, 2015. 300 с.

⁶³⁸ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России /Под ред. В.Г. Сычева. М.: Изд-во ВНИИА, 2015. 300 с.

При цьому поживний сидерат збільшував закріплення азоту в ґрунті з 6,8 до 17,5 %, а при поєднанні з добривою соломою – до 23,9%⁶³⁹.

Підвищуючи коефіцієнт використання азоту мінеральних добрив, поживне зелене добрив у поєднанні з добривою соломою знижує невиробничі втрати азоту на 35–43%, виконуючи важливу екологічну функцію захисту навколишнього середовища від забруднення залишками мінеральних добрив. Поживне зелене удобрення з вузьким співвідношенням вуглецю і азоту виконує роль каталізатора розкладання рослинних залишків у ґрунті. Встановлено, що після поживного сидерату на наступний рік у орному шарі розкладалося 55–65% рослинних залишків, після внесення мінеральних добрив – 42–47, без добрив – 36%. Ця обставина також має велике екологічне значення, оскільки зелене добрива збільшує чисельність сапрофітної ґрунтової мікрофлори, яка є антагоністом ґрунтових грибів – збудників багатьох хвороб рослин. У результаті після поживної сидерації ураження картоплі паршою знижувалося в 2,2–2,4 рази, ризиктоніозом – в 1,7–5,3 рази, ячменю кореневими гнилями – в 1,5–2 рази⁶⁴⁰.

Екологічна функція поживної сидерації виявляється і в зниженні після неї засореності основних культур сівозміни на 30–61%. У ряді випадків це знімає питання про застосування гербіцидів – екологічно небезпечного фактора сучасного землеробства^{641 642}.

Результати багаторічних досліджень показали, що якщо внесення 20 т/га гною підвищує урожайність картоплі на 48%, еквівалентна йому кількість мінеральних добрив – на 36%, то оранка зеленої маси поживної гірчиці (15–20 т/га) у чистому вигляді підвищує збір бульб картоплі на 49,8%, а в поєднанні з добривою соломою (5–6 т/га) – на 58,6%. При цьому збільшувалися продуктивність бульб і вміст крохмала в них⁶⁴³.

На супіщаних дерново-підзолистих ґрунтах після заорювання від 12 до 20 т/га зеленої маси поживних посівів гірчиці білої, редьки олійної або ріпаку озимого врожайність картоплі підвищувалася на 86 %, після внесення рівнозначного кількості мінеральних добрив – на 46, мінеральних добрив з гноем – на 84%. Поєднання поживного сидерату з соломою на тлі мінеральних добрив підвищує урожайність зерна ячменю та вівса, відповідно, на 50,5 та 51,2 %, зеленої маси вікоовсяної суміші – на 34 %. Поживне зелене удобрення як у

⁶³⁹ Новиков М.Н., Тужилин В.М., Самохіна О.А. и др. Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне/Под ред. А.И.Еськова. Владимир: ВНИПТИОУ, 2004. 260 с.

⁶⁴⁰ Лошаков В.Г. Промежуточные культуры как фактор интенсификации земледелия и окультуривания дерново-подзолистых почв. Докт. дисс. М.: ТСХА, 1982. 406 с.

⁶⁴¹ Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. Под ред. В.Г.Сычева. М.: Изд-во ВНИИА, 2012. 512 с.

⁶⁴² Яговенко Л.Л., Яговенко Г.Л. Гумусное состояние почвы в севооборотах с люпином. Плодородие. 2007. №5. С. 17–18.

⁶⁴³ Лошаков В.Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. М.: Россельхозиздат, 1980. 126 с.

чистому вигляді, так і в поєднанні з соломою має гарну післядію у сівозмінах і підвищує їх загальну продуктивність на 17–20%⁶⁴⁴.

Особливо велике значення поживна сидерація як у чистому вигляді, так і у поєднанні з добривом соломою має при зерновій спеціалізації землеробства. Тривале – протягом 4 сівозмінних ротацій (24 роки) – використання поживного сидерату гірчиці білої підвищувало надходження органічної речовини у ґрунт на 32 %, а з ним і вуглецю – на 62%. Ще більше – майже вдвічі – збільшувалася кількість органічної маси, що надходить у ґрунт зернової сівозміни при поживній сидерації разом із добривом соломою. При цьому збільшення вуглецю в ґрунті становило 92%. Зелена маса поживного сидерату з вузьким співвідношенням C:N є своєрідною «біологічною розпалюванням», яка підвищує активність ґрунтової біоти в 1,5–2 рази при одночасному зміні видового складу ґрунтової мікрофлори – у декілька разів підвищувався вміст бактерій роду *Clostridium*, та азотфіксуюча здатність дерново–підзолистої ґрунти зростала у 6–10 разів. Одночасно зелена Добриво активізувало ферментативну активність ґрунти: активність уреазі підвищувалася на 52 %, протеази – на 45 %, інвертази – на 10 %, каталази – на 17 %⁶⁴⁵.

Тривале використання поживної сидерації на фоні мінеральних добрив сприяло збільшенню кількості дощових хробаків у орному шарі дерново–підзолистого ґрунту у 1,5 рази під посівами ячменю у зерновому сівозміні та у 4–5 разів при беззмінному посіві ячменю. Багаторічне застосування поживного сидерату в зерновому сівозміні (83 % зернових) підвищує родючість дерново–підзолистої середньо суглинистої ґрунту, покращує фітосанітарний та екологічний ситуацію в сівозміні, збільшує урожайність зернових культур, вихід і якість зерно, загальну продуктивність сівозміни. Особливо ефективно в таких сівозмінах поєднання сидерації з добривою соломою. Воно забезпечувало якість зерна пшениці, ячменю не нижче, ніж у плодозмінних сівозмінах з багаторічними травами⁶⁴⁶.

По результатах досліджень ряду вчених зроблено наступні висновки.⁶⁴⁷

1. Важливим чинником біологізації землеробства та підвищення родючості ґрунту є поживне зелене добриво (біла гірчиця). У поєднанні з мінеральними добривами та добривом соломою поживна сидерація надає позитивне впливає на біологічну активність ґрунту, сприяє накопиченню в ньому органічної речовини.

⁶⁴⁴ Лошаков В.Г. Избранные труды – теория и практика российского земледелия и образования. Т. 1/Под ред. В.Г.Сычева. Saarbrücken:LAMBERTAcademic Publishing, 2017. 636 с.

⁶⁴⁵ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России /Под ред. В.Г.Сычева. М.: Изд-во ВНИИА, 2015. 300 с.

⁶⁴⁶ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России /Под ред. В.Г.Сычева. М.: Изд-во ВНИИА, 2015. 300 с.

⁶⁴⁷ Лошаков В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России /Под ред. В.Г.Сычева. М.: Изд-во ВНИИА, 2015. 300 с.

2. Поживне зелене добриво збільшує коефіцієнт використання мінеральних добрив, покращує фізичні, хімічні та біологічні показники родючості дерново-підзолистих ґрунтів, підвищує врожай польових культур та якість сільськогосподарської продукції.

3. Поживне зелене добриво у поєднанні з мінеральними добривами та добривом соломною дозволяє усунути негативні наслідки зернової спеціалізації сівозмін, посилити фіто санітарну та екологічну функцію сівозміни, забезпечуючи високий рівень врожайності зернових культур та вихід зерна, і така ж якість зерна, як у плодозмінних сівозмінах.

Сидерати (зелене добриво) – це закладення в ґрунт ще не відмерших зелених, соковитих, частково здерев'янілих рослин, багатих цукрами, крохмалем, білком і азотом, а також коренів рослин, що функціонують на час обробітку ґрунту, з властивим тільки їм складом елементів живлення, ферментів і мікроорганізмів ґрунту, що беруть участь в його розкладанні.

Зелене добриво, будучи дешевим і повсюдно доступним органічним добривом, служить невичерпним і постійно поновлюваним джерелом азоту і органічної речовини. У багатьох країнах світу, особливо в Західній Європі, використання зеленого добрива за рахунок проміжних посівів різних культур є невід'ємною частиною сучасних біологізованих систем землеробства^{648 649 650 651 652}. Цінність проміжних сидеральних культур полягає в тому, що вони не займають окремо відведеного для них поля, як, наприклад, сидеральний пар, а використовують для формування врожаю зеленої маси агрокліматичні ресурси теплої пори року, залишаються невикористаними основними культурами сівозміни⁶⁵³. Органічну речовину зеленого добрива можна розглядати як створюваний в ґрунті резерв усіх необхідних рослинам поживних речовин, який переходить в засвоювану форму не відразу, а поступово, впродовж усього вегетаційного періоду, забезпечуючи безперервне зростання і розвиток рослин. Особливо цінним є зелене добриво з бобових культур, здатних збагачувати ґрунт азотом за рахунок фіксації азоту атмосфери бульбочкових бактерій. У цьому сенсі посів бобових зеленоудобрювальних рослин можна назвати живою фабрикою азотних добрив, яка без складних машин, а лише за допомогою роботи азотфіксуючих мікроорганізмів пов'язує величезна кількість вільного

⁶⁴⁸ Алексеев Е. К. Зеленое удобрение в Нечерноземной полосе. Москва : Сельхозгиз, 1959. 276 с.

⁶⁴⁹ Бердников А. М. Зеленое удобрение – биологизация земледелия, урожай. Чернигов : Черниговское НПО «Элита», 1992. 192 с.

⁶⁵⁰ Благовещенская З. К., Гришина Т. А. Сидераты в современном земледелии. Земледелие. 1987. № 5. С. 36–37.

⁶⁵¹ Интенсивная технология возделывания горчицы сарептской : рекомендации. Москва : Россельхозиздат, 1987. 29 с.

⁶⁵² Кузьменко О. С. Проміжні та сумісні посіви на Україні. Київ : Вища школа, 1985. 174 с.

⁶⁵³ Використання ресурсів соломи і сидератів в сучасному землеробстві. Науково-практичні рекомендації. Іванишин В. В., Роїк М. В., Шувар І. А., 368 Сендецький В. М., Гораш О. С., Танчик С. П., Центило Л. В., Бунчак О. М., Мельничук Т. В., Колісник Н. М., Тимофійчук Б. В., Шувар А. М. ІваноФранківськ : Симфонія форте, 2019. 68 с.

азоту повітря в корисну форму органічних сполук у ґрунті. Так, при закладенні десяти тонн зеленої маси люпину ґрунт збагачується азотом на 54–56 кг/га, конюшини – на 62 кг/га, гороху і кормових бобів – на 52 кг/га.. Важливо і те, що удобрення ґрунту азотом, накопиченим бобовими рослинами, не вимагає додаткових витрат⁶⁵⁴.

З культур, вирощуваних на зелене добриво, особливий інтерес представляють рослини родини капустяних, як найбільш адаптовані для обробітку в різних ґрунтово–кліматичних зонах нашої країни і за кордоном. Вони в найбільшій мірі відповідають основним вимогам, що пред'являються до проміжних культур, завдяки холодостійкості, короткому вегетаційного періоду, здатності інтенсивно нарощувати зелену масу, багату протеїном, порівняно низьким витратам на їх обробіток, високому коефіцієнту розмноження насіння і адаптивності^{655 656 657 658}.

З усіх хрестоцвітих культур найбільшого поширення для використання в проміжних посівах отримали гірчиця біла, озимий та ярий ріпак, озима та яра суріпиця, редька олійна та інші. Різноманіття сидеральних культур дозволило розширити їх посіви навіть у регіонах, що характеризуються недовліком тепла і опадів. Використання проміжних сидеральних культур надає багатоплановий комплексний вплив на зміну агрофізичних, агрохімічних і біологічних показників різних типів ґрунтів.

Коренева система сидератів, що використовуються як проміжних культур, закріплює ґрунт, пронизуючи її глибокі шари, що забезпечує так званий «біологічний» вертикальний дренаж. Використання залишків сидерата в якості мульчі на поверхні збагачує ґрунт органічною речовиною, оструктурює її, сприяє зниженню щільності, що створює оптимальні умови аерації як орного, так і підорного шарів⁶⁵⁹.

На суглинкових дерново-підзолистих ґрунтах Білорусії при заорюванні зеленої маси сидератів зростала кількість водопрочних агрегатів на 36–46%, у відносному вираженні, в основному, за рахунок найбільш агрономічно цінних часток розміром від 1 до 3 мм, що забезпечують стійкість поверхні ґрунту проти знесення і змиву в період весняного сніготанення⁶⁶⁰.

⁶⁵⁴ Бегей С. В., Шувар И. А. Агрехимическая оценка промежуточных посевов. Химизация сельского хозяйства. 1991. № 4. С. 62–66.

⁶⁵⁵ Архипенко Ф. М., Войтовик М. В., Оксонець О. Л. Гірчиця як олійна та кормова культура. Зб. наук. праць Інституту землеробства УААН. Київ : Нора-принт, 2000. Вип. 1. С. 48–51.

⁶⁵⁶ Архипенко Ф. М., Слюсар С. М., Оксонець О. Л. Гірчиця біла – культура широкого діапазону використання. Агроном. 2006. № 3. С. 26–28.

⁶⁵⁷ Бегей С. В. Продуктивность горчицы белой в промежуточных посевах / С. В. Бегей, И. М. Лопатий, Г. Т. Периг. Проблемы кормопроизводства в условиях западных районов Украины : сб. науч. тр. Т. 93. Львов: Львов. с.-х. ин-т, 1982. С. 43–46.

⁶⁵⁸ Бугайов В., Бехацький Ю., Антонів С. Гірчиця біла – цінна кормова і сидеральна культура. Пропозиція. 1999. № 1. 30 с.

⁶⁵⁹ Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / за ред. Д. Мельничука, Дж. Хофмана, М. Городнього. Київ : Арістей, 2004. 488 с.

⁶⁶⁰ Довбан К. И. Зеленое удобрение. Москва : Агропромиздат, 1990. 208 с.

На таких же ґрунтах в умовах Нечорноземної зони Російської федерації обробіток в зерновому сівозміні гірчиці на сидерат забезпечило збільшення кількості водопрочних агрегатів під ячменем в середньому на 6,6%⁶⁶¹. Збільшення кількості найцінніших водопрочних агрегатів діаметром 0,5–1 і 1–3 мм відзначали також в дослідях Нижегородської сільськогосподарської академії при обробленні багаторічного люпину як в сидеральних парах, так і в проміжних посівах на 20–25%⁶⁶².

Поряд з позитивним впливом на агрофізичні властивості різних типів ґрунтів рослинність озимих, підсівних і інших проміжних культур є важливою перепорою на шляху міграції рухомих елементів живлення в глибші шари ґрунту, особливо на легкосуглинистих, супіщаних і піщаних ґрунтах. Однак основна і найважливіша роль зелених добрив – відновлення нормального циклу кругообігу органічної речовини і азоту в ґрунті. Результати досліджень з використанням мічених ізотопів показали, що при приорюванні гірчиці білої у вигляді пожнивних сидерата істотно поліпшується азотне живлення рослин ячменю і озимих зернових культур, в основному, за рахунок підвищення коефіцієнта використання азоту мінеральних добрив на 40–60%⁶⁶³.

Підвищення ресурсу додаткових форм азоту не тільки створює більш сприятливі умови для зростання і розвитку сільськогосподарських рослин, а й зменшує забруднення ґрунту та рослинницької продукції нітратами та іншими шкідливими речовинами, які надходять з мінеральними добривами. Дослідження, проведені на різних ґрунтах, показали, що використання культур на зелене добриво впливає і на інші компоненти харчового режиму. Екологічні функції зеленого добрива проявляються в мобілізації елементів живлення, таких, як фосфор, калій, кальцій, магній, марганець і інших з глибших генетичних горизонтів ґрунту, а також важкодоступних сполук і залучення їх у кругообіг речовин. У дослідях В.Ф. Корміліцин заорювання сидерата сприяло активізації процесів гідролізу і окислення органічних азотовмісних речовин, аммоніфікації і нітрифікації. Підвищення змісту легкогідролізуючих форм азоту, амонійних і нітратних солей в оброблюваному шарі ґрунту спостерігалось протягом п'яти років, що адекватно впливу гною, внесеного в нормі 40–50 т/га. Одночасно з поліпшенням азотного режиму зростала забезпеченість ґрунту рухомими фосфатами. Бурхливий розвиток ґрунтової мікрофлори під впливом оранки свіжої легкомінералізуючої органічної речовини супроводжувалося біологічним поглинанням доступних культурних рослин сполук фосфору і калію⁶⁶⁴.

⁶⁶¹ Лошаков В. Г., Николаев В. А. Влияние длительного применения пожнивного зеленого удобрения на агрофизические свойства почвы. Доклады ТСХА. 1999. Вып. 2. С. 29–40.

⁶⁶² Кант Г. Зеленое удобрение. Москва : Колос, 1982. 128 с.

⁶⁶³ Лошаков В. Г., Николаев В. А. Влияние длительного применения пожнивного зеленого удобрения на агрофизические свойства почвы. Доклады ТСХА. 1999. Вып. 2. С. 29–40.

⁶⁶⁴ Лошаков В. Г., Николаев В. А. Влияние длительного применения пожнивного зеленого удобрения на агрофизические свойства почвы. Доклады ТСХА. 1999. Вып. 2. С. 29–40.

У Нечорноземній зон Росії проведені великі дослідження в тривалих польових стаціонарних дослідах ТСХА по оцінці екологічних функцій сидерата гірчиці білої, вирощуваної в проміжних посівах.

Є ряд наукових робіт, в яких, крім гірчиці білої, для проміжних посівів рекомендуються й інші хрестоцвіті культури (редька олійна, ярий та озимий ріпак)⁶⁶⁵.

На необхідність розширення проміжних посівів в Курській області вказує Л.В. Юшкевич. Він рекомендує найбільш ефективні та доступні поукісніє (кукурудза на зелений корм після збирання однорічних трав) і підсівне проміжні культури (багаторічні трави, багаторічний люпин і озиму вику)⁶⁶⁶. У дослідженнях ряду вітчизняних і зарубіжних вчених відзначено істотне збільшення вмісту гумусу в різних типах ґрунтів при використанні сидератів.

У дослідах Новозибківської дослідної станції на пухких пісках після дворазового використання люпину на зелене добриво в зайнятому пару вміст гумусу в порівнянні з контролем (без органічних добрив) підвищилася з 0,49 до 0,62%⁶⁶⁷.

Узагальнення багаторічних досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів показує, що на малородючих ґрунтах обробіток проміжних культур на зелене добриво без додаткового надходження інших органічних матеріалів не підвищує вмісту гумусу внаслідок швидкої мінералізації сидеральною маси. Зростання вмісту гумусу на таких ґрунтах можливий лише при одночасній закладенні сидератів з соломою, яка виступає в даному поєднанні як інгібітор процесів нітрифікації. Низький вміст азоту в соломі стримує її розкладання ґрунтовими мікроорганізмами. Ту ж роль виконують і пожнивні залишки покривної культури, які сприяють уповільненню розкладання зеленої маси підсівних сидерата і тим самим створюють умови для накопичення гумусу в ґрунті⁶⁶⁸.

Дані закономірності підтверджуються і зарубіжними дослідниками. Так, в дослідах чеських вчених повторна заорювання сидерата гірчиці білої збільшувала вміст гумусу на 0,28% в порівнянні з контрольним варіантом, а на 68 лесових ґрунтах Німеччини при запашке бобових сидератів на зелене добриво в середньому за 5 років відбулося збільшення вмісту гумусу на 0,19%. Узагальнення багаторічних досліджень вчених Німеччини також показало, що для досягнення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті, в залежності від вирощуваних в сівозміні культур, необхідно заорювати таку кількість зеленого добрива: при вирощуванні зернових культур – 38 т/га зеленої маси, а при

⁶⁶⁵ Кардиналовська Р. І. Вплив добрив на родючість ґрунту. Київ : УкрНДІНТІК, 1970. 36 с

⁶⁶⁶ Юшкевич Л. В., Хамова О. Ф., Воронкова Н. А. Влияние длительного применения соломы и минеральных удобрений на плодородие луговочерноземной почвы. Научное наследие Т. С. Мальцева и современные проблемы земледелия России. Курган : НИИ сел. хоз-ва, 2011. С. 242–247

⁶⁶⁷ Алексеев Е. К., Рубанов В. С., Довбан К. И. Зеленые удобрения. Минск : Ураджай, 1970. 197 с.

⁶⁶⁸ Благовещенская З. К., Гришина Т. А. Сидераты в современном земледелии. Земледелие. 1987. № 5. С. 36–37

обробленні просапних – 75–100 т/га. У ґрунтоутворюючому процесі і відновленні родючості також активно бере участь макрофауна, найважливішими представниками якої є дощові черв'яки.

Ґрунтові безхребетні прискорюють мікробіологічний розпад, подрібнюючи рослинні залишки і збільшуючи їх сумарну поверхню, доступну впливу мікрофлори, розселенню якої вони сприяють. Сапрофаги перемішують органічну частину ґрунту з мінеральною, пропускаючи цю суміш через свої кишечники, і, таким чином, беруть участь у створенні зернистої структури ґрунту. При активному пересуванні безхребетних поліпшуються дренавання і аерація глибоких горизонтів ґрунту, інтенсифікуються в них мікробіологічні процеси⁶⁶⁹.

При інтенсивному господарському використанні орних земель і зміні структури посівних площ з урахуванням ринкового попиту на сільськогосподарську продукцію ґрунтова біота, як сукупність рослинних і тваринних організмів, набуває ще більшого значення. Її активність тісно пов'язана з кількістю і якістю органічної речовини, що надходить в ґрунт, і процесами його перетворення. Особливою динамічністю ці процеси відрізняються в дерново-підзолистих ґрунтах при промивному типі водного режиму, що створює часто передумови для негативного балансу гумусу. Органічні і сидеральні добрива позитивно впливають на нітрифікацію і ферментативну активність ґрунту, підвищуючи активність уреази на 52%, протеази – на 45%, інвертази – на 10%, каталази – на 17%^{670 671}.

Ефект використання сидератів проявляється також у зниженні рівня засміченості посівів бур'янами і ураження рослин шкідниками та хворобами, бо обмежують зростання врожайності сільськогосподарських культур. Видатний вчений-агрохімік Д.Н. Прянішников відзначав, що на сильно засмічених ґрунтах самі органічні добрива не зможуть повністю реалізувати свій потенціал, а іноді навіть дадуть негативний ефект внаслідок придушення культурних рослин бур'янами, що бурхливо розвиваються на удобреному полі⁶⁷².

Сидеральні проміжні культури відіграють істотну роль в сівозміні як спосіб придушення бур'янів. Цьому сприяють як своєчасна обробка ґрунту, так і поліпшення умов для проростання насіння бур'янів під пологом сидератів з подальшим їх придушенням і знищенням при запашке зеленого добрива. Так, на суглинкових ґрунтах Підмосков'я пожнивні сидерати за рахунок посилення конкурентних взаємин культурних рослин і шкідливих організмів знижували

⁶⁶⁹ . Subba Rao N.S. Biofertilise agriculture. JRN Publishing co. N. Dehli, 1986. P. 160.

⁶⁷⁰ Щербаков А. П., Кутовая И. Я., Девятова Т. А. Характеристика биологической активности черноземов ЦЧЗ. Агроэкологические принципы земледелия. Москва : Колос, 1993. С. 197–219.

⁶⁷¹ Putnoky P. Rhizobium meliloti lipopolysaccharide and exopolysaccharide can have the same function in the plant bacterium interaction / P. Putnoky, G. Petrovics // J. Bacterial. 1990. № 5450. P. 172–179.

⁶⁷² Прянишников Д. Н. Общие вопросы земледелия и химизации. Изб. соч. Т. 3. Москва : Колос, 1965. 639 с.

забур'яненість основних культур сівозміни на 30–61%, ураженість зернових кореневими гнилями і гельмінтоспоріозом – на 25–30%⁶⁷³.

У Білоруському НДІ землеробства і кормів встановили високу конкурентну здатність редьки олійної і ріпаку ярого по відношенню до бур'янів, особливо багаторічних, яка проявляється за рахунок алелопатичного впливу корневих виділень капустияних культур на такий злісний бур'ян, як пирій повзучий. Однак Довбан К. И. вважає, що у капустияних (ріпаку, редьки олійної та інших) немає прямого впливу щодо «культурна рослина – бур'яни», а є тільки непряме, яке проявляється через діяльність мікроорганізмів⁶⁷⁴.

Дослідження В.Г. Лошакова⁶⁷⁵ показали, що водна витяжка із зеленої маси гірчиці білої, яка застосовується як поживні сидерат, здійснює інгібуючу вплив на проростки насіння найбільш поширених бур'янів. Відомі також дослідження, які показали, що незмінні посіви і насичення сівозміни зерновими до 83% супроводжуються високим ступенем ураження рослин ячменю і озимої пшениці хворобами корневих гнилей, що викликаються грибами *Helminthosporium*, *Fusarium*. Заорювання зеленого добрива знижувала ураженість рослин в 1,5–2 рази, запобігаючи 70 недобір врожаю від хвороб рослин. Це пов'язано з тим, що зелена маса сидератів викликає бурхливий розвиток сапрофітної мікрофлори, яка прискорює мінералізацію рослинних залишків – основного субстрату, на якому розвиваються збудники хвороб кореневої гнилі, снігової плісняви та інших. Крім того, при запашке зеленої маси в ґрунті в кілька разів зростає число актиноміцетів, які є антагоністами ґрунтових фітопатогенів⁶⁷⁶. Представляють інтерес результати проведених в Україні досліджень впливу зеленого добрива (редьки олійної і гірчиці) на зміну популяції бурякової нематоди. Кореневі виділення цих культур стимулювали вихід личинок із цист в більш ранній весняний період, і при недостатній сумі активних температур вони не могли досягти статевозрілої стадії і дати нове покоління, за рахунок чого щільність їх популяції знижувалася на 30–60%. Поліпшення умов зростання і розвитку рослин при заорюванні зеленого добрива підвищувало врожайність всіх сільськогосподарських культур. За узагальненими даними вітчизняної та зарубіжної літератури, збільшення врожаю від сидерації складають: зернових культур – 0,4–1,5 т/га, картоплі – 5,0–9,0, цукрових буряків – 5,0–14,0, зерна кукурудзи – 0,9– 1,3, гречки – 0,6–1,0, рису 0,6–1,2 т/га.

Способи і ефективність використання зелених добрив у агротехнологіях в Україні системно досліджували низка вчених. Серед них науковці Львівського національного аграрного університету, асоціації «Біоконверсія», Інституту

⁶⁷³ Довбан К. И. Сидераты – важный резерв повышения плодородия дерново-подзолистых почв Беларуси. Белорусское сельское хозяйство. 2005. № 4. С. 17–20.

⁶⁷⁴ Довбан К. И. Зеленое удобрение. Москва : Агропромиздат, 1990. 208 с.

⁶⁷⁵ Лошаков В. Г., Николаев В. А. Влияние длительного применения поживного зеленого удобрения на агрофизические свойства почвы. Доклады ТСХА. 1999. Вып. 2. С. 29–40.

⁶⁷⁶ Bardgett R. D. The biology of soil. A community and ecosystem approach. Oxford University Press, 2005. 242 p.

сільськогосподарської мікробіології та сільського господарства НААН, ННЦ «Інститут землеробства НААН», Подільського державного аграрно-технічного університету, Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Інституту кормів НААН, Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції ІСГ КР НААН та ін.⁶⁷⁷

Науково обґрунтовано і практично доведено, що ґрунтово-кліматичні умови України сприятливі для широкого застосування на зелене добриво різних сільськогосподарських культур залежно від кількості тепла, опадів, умов місцевості, складу ґрунтів, наявності добрив і насіння. На сидерат можна висівати наступні культури: бобові – люпин багаторічний і однорічний, буркун білий і жовтий, сераделу, вику озиму та яру, пелюшку, горох та ін.; злакові – жито озиме, райграс, а також підсівні злакові та бобові багаторічні трави, використовуючи перший укіс на корм худобі, а отаву – на добриво. Перспективні для використання на сидерат капустяні культури (ріпак озимий і ярий, суріпиця, редька олійна, гірчиця біла, перко), фацелія та інші швидкорослі культури та їх сумішки. Доцільно використовувати й інші культури – овес, гречку, сою, люцерну, еспарцет та ін. За підсівання під покрив жита озимого райграсу однорічного в сумішці з викою можна отримувати два повноцінні укуси зеленої маси на корм худобі, а отаву (третьій укіс) приорювати на зелене добриво⁶⁷⁸.

Аналіз зарубіжної літератури свідчить, що на полях Білорусі, Росії, країн Балтії, усіх країн Європи і багатьох країн світу для сидерації застосовують понад 60 різних сидеральних культур⁶⁷⁹.

Серед Західноєвропейських країн перше місце за масштабами сидерації ґрунтів займає Німеччина (понад 500 тис. га), тому науково-виробничий досвід цієї країни, яка має ґрунтово-кліматичні умови, схожі до Полісся та Лісостепу західної частини України, становить неабиякий інтерес⁶⁸⁰.

Для сучасного інтенсивного землеробства Німеччини характерним є застосування високих доз мінеральних добрив, у тому числі азотних (N160–180). Зазначені дози добрив без забезпечення ґрунтів належною кількістю органічних добрив можуть зумовити інтенсивну мінералізацію гумусу. У зв'язку з цим вчені і практики Німеччини вважають перспективним

⁶⁷⁷ Шувар І. А., Снітинський В. В., Бальковський В. В. Екологічні основи збалансованого природокористування : навч. посібник. Львів-Чернівці : Книги-XXI, 2011. 760 с.

⁶⁷⁸ Екологічні проблеми землеробства : підручник / за ред. В. П. Гудзя. – Житомир : Житомирський нац. агроєкологічний ун-т, 2010. 708 с.

⁶⁷⁹ Науково-методичні рекомендації з ефективного використання сидератів у сучасному землеробстві / О. М. Бердніков, В. В. Волкогон, Л. В. Потапенко, Т. Б. Мілютенко. Чернівці: ЦНТІ, 2012. 25 с

⁶⁸⁰ Культура сидерації. Наукові основи ефективного застосування зелених добрив у господарствах різних форм власності / В. Ф. Камінський та ін. / за наук. ред. д-ра с.-г. наук проф. Е. Г. Дегодюка, д-ра с.-г. наук акад. НААН С. Ю. Булигіна. Київ : Аграрна наука, 2013. 80 с.

використання зелених добрив як у чистому вигляді, так і в поєднанні з соломою⁶⁸¹.

У Болгарії у післяжнивних посівах висівають люпин жовтий, люпин білий, вику, кормовий горох і соняшник. Для вирощування помідорів рекомендують застосовувати зелене добриво (ячмінь, вику, горох, квасолу та їх сумішки) як ущільнюючі культури. У Польщі у проміжних посівах використовують озиме жито в суміщі з озимими викою та ріпаком, а на малородючих землях рекомендують сорти вузьколистого люпину. На легких ґрунтах, крім люпину, висівають сераделу, пелюшку, у північно-західній частині Помор'я – вику озиму, боби кінські, конюшину лучну, а також висівають сумішки перерахованих бобових із соняшником, ріпаком, суріпицею і гірчицею. У Чехії рекомендують вирощувати на плантаціях хмелю гірчицю, фацелію і пелюшку. В інших районах країни використовують райграс однорічний, гірчицю, ріпак, фацелію, бобові, а також їх сумішки з вівсом, а на виноградних плантаціях рекомендують використовувати сумішки вики, пшениці і озимого ріпаку, на плантаціях хмелю – гірчицю, фацелію і пелюшку.

У Франції на сидерат висівають редьку кормову, гірчицю білу, різні сумішки з горохом і викою, редьку китайську, ріпак озимий, райграс італійський, конюшину лучну. В Англії застосовують на зелене добриво конюшину, люцерну, райграс і культури родини капустяних. Департамент сільського господарства Британської Колумбії рекомендує використовувати на зелене добриво конюшину, люцерну, боби, сою, горох, вику, жито, пшеницю, овес, гречку, всі культури родини злакових та капустяні, бобово-злакові сумішки та ін. У Бельгії висівають на зелене добриво конюшину, люпин, вику, горох, бобові сумішки, озимий та ярий ріпак та ін. У США в міжряддях виноградників, на овочевих плантаціях і в картоплярстві використовують райграс, жито озиме, пшеницю, конюшину, просо.

В. В. Валуєв та ін. вказують на широке використання зелених добрив у картоплярській галузі країн з високим рівнем урожайності культур: Німеччини, Японії і США. При цьому в Японії і США, де врожайність картоплі понад 30 т/га, вносять невелику кількість гною (зазвичай 20 т/га), проте широко використовують для сидерації бобові, злакові і капустяні культури в поєднанні з мінеральними добривами. Значний внесок у вивчення сидерації зроблено на Горецькій дослідній станції в Білорусі.

Результати досліджень науковців показали, що використання під картоплю злакових сидератів, переважно пажитниці, уможливорює максимальне збільшення врожайності насінневої картоплі на 3 т/га, а продовольчої – на 5,5 т/га. Під дією сидератів встановлено збільшення виходу великих бульб в урожаї, покращення структури ґрунту і швидше його «дозрівання» навесні⁶⁸².

За багаторічними даними наукових установ Англії і Німеччини, систематичне застосування зелених добрив за 30-річний період збільшило

⁶⁸¹ Камінський В. Ф., Вишнівський П. С., Оксимець О. Л. Гірчиця біла як зелене добриво. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2010. № 18. С. 10–15.

⁶⁸² Кирилеско О. Л. Проміжні посіви. Ужгород : Карпати, 1985. 64 с.

вміст гумусу в їхніх ґрунтах на 10–15%. Окремі види сидератів, як фацелія, не маючи великої зеленої маси, сприяють бурхливому розвитку ґрунтової біоти та корисних мікроорганізмів. У багатьох країнах широко визнаними культурами на зелене добриво є люпин і буркун. Люпин багато років використовують на сидерат у Білорусі, нечорноземній зоні Росії, на Поліссі в Україні та ін. Останнім часом люпин має великий попит серед фермерів Німеччини, а найбільші площі під люпином засівають в Австралії. Цінний досвід використання озимого ріпаку і тифону на сидерат нагромаджено в Україні і на Північному Кавказі. На все більшу увагу заслугове вирощування на сидерат гірчиці сизої (сарептської) та гірчиці білої, олійної редьки. Фермери і керівники великих аграрних підприємств повинні розглядати гірчицю сизу і білу не тільки як джерело органічних речовин, а й як міцний біологічний засіб оздоровлення ґрунту від нагромаджених хвороб, шкідників і бур'янів. Заслугове на увагу досвід ТОВ «Агропрогрес» Тернопільської області, де сидератами займаються понад 10 років. Після збирання кожної культури відразу проводиться висів сидеральних сумішей, до складу яких входить 7–9 різних культур – гірчиця, соняшник, олійна редька, вика, гречка та ін. Включення сидератів у технологію вирощування культур дає змогу компенсувати негативний ефект відсутності органічних добрив, нормалізувати сівозміни та досягти цілої низки супутніх переваг⁶⁸³.

Класик рільництва німецький вчений Т. Д. Ремер зазначав, що буряки цукрові дуже добре реагують на зелені добрива. Отримані ним результати знайшли підтвердження у ряді дослідів. Приорювання зеленої маси культур родини капустяних і бобових сприяло збільшенню врожайності коренеплодів буряків цукрових на 2,5–4,0 т/га, а цукристості коренеплодів – на 0,2–0,6%⁶⁸⁴.

У дослідженнях, виконаних у Німеччині Г. Кантом, гірчиця біла за кількістю утвореної рослинної маси переважала редьку олійну, що зумовлено залежністю культур від тривалості дня в осінній період. Дослідження, виконані вченими Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, показали, що за приорювання сумішки культур, післяжнивню вирощених з гірчицею і олійною редькою, врожайність буряків цукрових складала відповідно 39,36 і 40,70 т/га. Приріст врожаю коренеплодів порівняно із внесенням тільки мінеральних добрив зріс відповідно на 5,66 і 6,40 т/га і не поступався за врожайністю варіанту із приорюванням гірчиці – відповідно 39,96 і 40,70 т/га. Цукристість коренеплодів від приорювання зеленої маси культур післяжнивнього вирощування зростала у середньому на 0,3–0,7% залежно від виду сидерату. Якщо від приорювання капустяних культур (гірчиця біла, редька олійна і перко) цукристість коренеплодів збільшувалась у середньому на 0,4–0,5%, то від приорювання зеленої маси ячменю і вівса – у

⁶⁸³ Біологізація землеробства в Україні: реалії та перспективи : монографія / В. В. Іванишин, М. В. Роїк, І. А. Шувар, Л. В. Центилю, В. М. Сендецький, О. М. Бунчак, Н. М. Колісник та ін. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2016. 284 с.

⁶⁸⁴ Nickel L. G. Plants Growth Regulators. Agriculture Uses. Berlin: Springer-Verlag, 1982.

середньому на 0,6–0,7%.⁷⁵ Ці процеси зумовлені зменшенням кількості мінерального азоту і зростанням мобілізаційних процесів у ґрунті, унаслідок чого його вміст був вищим у період сходів і дещо меншим в кінці вегетації, рослини буряків цукрових були більш фізіологічно стиглі. Таку ж закономірність виявлено у ряді дослідів, що дозволило збільшити вихід цукру з одного гектара^{685 686 687 688 689}.

Дослідженнями, виконаними в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН на сірому лісовому опідзоленому ґрунті, встановлено, що застосування сидератів у технології вирощування льону довгунця в поєднанні із загортанням соломи зернового попередника сприяє послабленню хімічного пресингу на ґрунт унаслідок істотного зменшення доз мінерального живлення⁶⁹⁰.

Дослідженнями І. А. Шувара встановлено, що для зменшення негативного хімічного впливу на довкілля, поповнення ґрунту органічною масою, одержання екологічно чистої продукції льоносировини, зокрема насіння, у технології вирощування льону–довгунцю доцільно застосовувати альтернативну (біологічну) технологію, а саме: зменшити дози внесення мінеральних добрив наполовину (від $N_{30-45} P_{60-90} K_{90-135}$ до $N_{15} P_{30} K_{45}$) із одночасним загортанням у ґрунт подрібненої соломи попередника льону (пшениця озима, жито), внесення азоту 10 кг д.р. на кожну тонну соломи та загортання післяжнивної зеленої маси редьки олійної. Такий захід забезпечує врожай волокна та насіння не нижчий, ніж у базовому варіанті мінерального живлення ($N_{30} P_{60} K_{90}$). Такий комплекс агротехнологічних заходів забезпечує високу врожайність льоносоломи (5,6 т/га). У варіанті без добрив врожайність льоносоломи становила 4,6 т/га, а у базовому варіанті на фоні мінерального живлення ($N_{30} P_{60} K_{90}$) – 5,5 т/га^{691 692}.

⁶⁸⁵ Рожкован В. В., Журавель В. Н. Горчица – перспективная культура многостороннего использования. Агровісник України. 2006. № 10. С. 46–49.

⁶⁸⁶ Чернилевский М. С. Роль сидерации в повышении плодородия дерново-подзолистых почв. Киев : Урожай, 1972. 242 с.

⁶⁸⁷ Шапкина Г. С. Подбор культур для промежуточных посевов. Земледелие. 1990. № 10. С. 36–37.

⁶⁸⁸ Шувар І. А., Бойко І. Є., Лис Н. М., Верещинський Р. А. Гірчиця біла та ефективно її використання в біологізації землеробства : брошура. Львів : Львів. нац. аграрний ун-т, 2009. 56 с.

⁶⁸⁹ Шувар І. А. Продуктивність післяукісної гірчиці білої в умовах Західного Лісостепу УРСР. Інтенсифікація сівозмін проміжними посівами в умовах західних районів України : зб. наук праць Львів. с.-г. ін-ту. Львів, 1985. С. 51–54.

⁶⁹⁰ Опанасенко Г. П. Вплив післяжнивного вирощування гірчиці білої на продуктивність цукрових буряків [Електронний ресурс]. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2011. Вип. 3–4. Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. С. 30–35.

⁶⁹¹ Шувар І. А. Зелені добрива: стан і перспективи використання : лекція. – Львів : Львівський ДСГІ, 1994. 19 с.

⁶⁹² Шувар І. А. Сидерація – невід’ємна складова біологічного землеробства. Агробізнес сьогодні. 2014. № 1–2. С. 21–23.

У ТОВ «Агрофірма «Колос» Київської області значну увагу приділяють поліпшенню родючості ґрунтів (типових чорноземів). Щорічно вносять 15–20 тис. тонн органічних добрив «Мікробіофіт», виготовлених методом біологічної ферментації на відкритих майданчиках, та на всій площі озимих і 76 ярих культур проводять деструкцію соломи, з них 10–15% в поєднанні із сидератами⁶⁹³.

На основі польових і лабораторних досліджень у ТОВ «Агрофірма «Колос», проведених С. П. Танчиком, Л. В. Центилом, встановлено, що за органо–мінеральної системи удобрення набагато активніше відбуваються процеси гуміфікації органічних речовин в орному шарі ґрунту, де внесено 8,1 т/га органічних добрив, враховуючи соломку злакових та гичку буряків цукрових, стебла соняшнику, зелену масу сидеральних капустяних культур; із внесенням 141 кг д.р. мінеральних добрив і корневих органічних решток у середньому на 1 га сівозмінної площі за органо–мінеральної системи удобрення утворилось 1,6 т гумусу, за рахунок компосту – 4,5 т, за рахунок соломи зернових, стебел соняшнику – 2,12 т, зеленої маси культур проміжного вирощування і гички – 1,44 т. Загальна кількість новоутвореного гумусу за органо–мінеральної системи удобрення в сівозміні становить 24,84 т/га; 23,2 т/га зазнали мінералізації, баланс органічної речовини гумусу позитивний і становить 0,16 т на 1 га сівозмінної площі^{694 695}.

За органічної системи удобрення набагато активніше відбуваються процеси гуміфікації органічних речовин в орному шарі ґрунту, де, як і за органо–мінеральної системи удобрення, внесено 8 т/га органічних добрив на 1 га сівозмінної площі. Проведені розрахунки показали, що за роки досліджень у сівозміні внаслідок гуміфікації післяжнивних та корневих органічних решток у середньому на 1 га сівозмінної площі утворилось слідуєча кількість гумусу: за рахунок компосту – 0,25 т, за рахунок соломи зернових культур і стебел соняшнику – 0,37 т, зеленої маси культур проміжного вирощування – 0,19 т. Загальна кількість новоутвореного гумусу в сівозміні за органічної системи становить 21,94 т/га, з них 20,88 т/га зазнали мінералізації, баланс органічної речовини гумусу позитивний і становить 0,10 т на 1 га сівозмінної площі. Найвищі показники за рівнем збагачення ґрунту на гумус виявились на полях люцерни, пшениці озимої і кукурудзи на силос, де надійшла найбільша кількість органічних решток за рахунок внесення компосту, рослинних і післяжнивних решток, соломи і сидерату. Отже, в середньому по сівозміні за

⁶⁹³ Центило Л. В., Сендецький В. М. Біологічна ефективність використання біодеструкторів НТЗ. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. № 2 (42). Т. 1. Житомир. 2014. С. 93–99.

⁶⁹⁴ Центило Л. В., Кулинич Р. Н., Паламарчук Н. Н., Колисник Н. М., Сендецький В. Н. Биотехнология для повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур в условиях Украины. Научнопрактический центр НАН Беларуси по биоресурсам. Минск, 2016. С. 35–39.

⁶⁹⁵ Екологічна система землеробства. Науково-методичні рекомендації / С. П. Танчик, Л. В. Центило, Ю. П. Манько, О. А. Цюк, А. І. Бабенко, О. С. Павлов, І. П. Яцук, В. В. Сінченко, В. М. Сендецький. Київ, 2017. 55 с.

органо–мінеральної системи кількість гумусу в орному шарі ґрунту збільшувалась на 0,12 т порівняно з мінеральною системою⁶⁹⁶.

Узагальнення опрацьованого обсягу наукової літератури дає усі підстави для широкого і ефективного впровадження сидератів у землеробстві, оскільки вони:

- здатні збагачувати ґрунт органічними компонентами, азотом, фосфором, калієм і кальцієм, що утворюються унаслідок розкладання кореневої системи;
- сприяють розпушуванню і поліпшенню структури ґрунту, а також повітряного і водного режимів;
- поліпшують водоутримну здатність ґрунту унаслідок збагачення його органічними речовинами;
- активізують діяльність корисних мікроорганізмів;
- запобігають розвитку шкідливих мікроорганізмів, захищаючи їх від хвороб; – пригнічують розвиток бур'янів;
- приваблюють комах, корисних для розвитку культур;
- захищають ґрунт від вивітрювання, перегрівання і розмивання;
- підвищують якісний рівень процесу перегнивання компонентів компосту, покращуючи його структуру та збагачуючи склад;
- зменшують рівень кислотності ґрунту;
- зменшують антропогенне і техногенне навантаження на агрофітоценоз;
- сприяють поліпшенню екологічного стану навколишнього природного середовища.

Таким чином, за сучасних складних економічних умов збільшення площі під сидератами повинно стати стратегічним напрямом і зайняти одне з чільних місць у розвитку агропромислового комплексу України

Відмічається також, що для правильного вибору сидеральної культури необхідно враховувати динаміку накопичення біомаси, удобрювальну цінність, винесення елементів живлення, можливість одержання господарством насіння.

Найбільш прискореними темпами зростання відрізняються хрестоцвіті культури. Їхні сходи з'являються через 5–7 днів, у той час як у бобових на 10–16 день. Максимальне накопичення біомаси у хрестоцвітих культур відбувається на 50–60 день, більшість бобових на 80–90 день. З бобових культур найбільшою врожайністю відрізняється люпин однорічний, але через високої норми висіву (120–150 кг/га) та нестійкого насінництва його можна замінити на редьку олійну, сурепицю або ярий ріпак.

При виборі сидеральної культури важливу роль відіграє реакція ґрунтового розчину і гранулометричний склад ґрунту, що залишився час від посіву до заорювання (*табл.*).

Заорювання сидеральних культур є прийомом, що позитивно впливає не тільки на органічну речовину ґрунту, але і на продуктивність і якість культур сівозміни, що обробляються. Показником якості сидеральної маси є вміст у ній

⁶⁹⁶ Бегей С. В. Екологічне землеробство : підручник / С. В. Бегей, І. А. Шувар. Львів : Новий Світ-2000, 2007. 429 с.

азоту та сирої клітковини. Наприклад, вміст азоту та клітковини в зеленій масі люпину у фазі цвітіння становить 3,7 % та 27,7 %, а в пізніший термін (блискучі боби) – 3,1 % та 34,5 % відповідно.

Кращим терміном заорання зеленої маси сидеральної культури під озимі культури є: у роки із достатнім зволоженням за 2–3 тижні до посіву озимих культур, у посушливі роки за 3–4 тижні. Зелене добриво під ярі культури можна заорати в пізніші терміни (кінець серпня – вересень). У посушливі роки сидеральну пару необхідно замінювати на чисту, тому що після сидеральної пару в ґрунті спостерігається нестача вологи для озимих культур. За даними ⁶⁹⁷ до періоду заорання зеленої маси вікоовсяної суміші, люпину, пласта конюшини 2 г.п. запас продуктивної вологи у ґрунті знижувався до рівня незадовільного для рослин. До періоду заорання сидерату вологість ґрунту становила 17,1 %, що на 3,6 % менше, ніж на чистому пару.

Також на ефективність сидеральних культур, як органічного добрива впливає глибина їх загортання у ґрунт. Для посилення прямого впливу на врожайність першої культури сівозміни зелену масу необхідно заорювати на глибину до 10–12 см (неглибоке загортання). При більш глибокій заорці відбувається повільніше розкладання зеленої маси сидерату і збільшується період післядії, отже, ґрунт збагачується органічною речовиною.

Таблиця 2.19

Вимоги сидеральних культур до ґрунтових умов ⁶⁹⁸

Сидерати	Механічний склад	pH _{KCl}
Вика яра	супіщані і суглинисті	6,0
Гірчиця біла	легко- і середньосуглинкові	6,0–7,0
Буркун	любого	6,0–7,0
Конюшина	супіщані і суглинисті	5,5–6,0
Люпин однорічний	любого	4,5–5,0
Суріпиця	супіщані і суглинисті	5,1–5,5
Серадела	супіщані і суглинисті	5,0–5,5
Фацелія	супіщані і суглинисті	5,6–6,0
Ріпак	важкосуглинкові	5,6–6,0
Редька олійна	важкосуглинкові	5,6–6,0

⁶⁹⁷ Сохранение органического вещества в дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья и повышение продуктивности культур полевого севооборота : рекомендации / Ю. А. Акманаева, Л. В. Дербенева, М. Г. Субботина ; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образов. «Пермский гос. аграрно-технологич. ун-т им. акад. Д.Н. Прянишникова». - Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2017. - 56 с.

⁶⁹⁸ Сохранение органического вещества в дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья и повышение продуктивности культур полевого севооборота : рекомендации / Ю. А. Акманаева, Л. В. Дербенева, М. Г. Субботина ; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образов. «Пермский гос. аграрно-технологич. ун-т им. акад. Д.Н. Прянишникова». - Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2017. - 56 с.

Рекомендовані сидеральні культури та їх хімічний склад^{699*}

Сидерати	Вміст поживних речовин у спільній біомасі, кг/т			Еквівалент підстилочному гною (при середній врожайності без добрив), т/га		Норма висіву на сидерат, кг/га	Строк посіву	Час від посіву до оранки, днів
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	за NPK	по органічній речовині			
Вика яра	4,3	2,3	7,1	30	27	120–150	перша декада липня	60–90
Гірчиця біла	4,2	1,0	5,1	25	22	30–35	березень – кінець серпня	30–60
Буркун	3,3	12,7	26,3	46	48	20–23	березень – кінець серпня	60–90
Конюшина	5,9	1,2	3,9	39	41	12–15	перша декада травня	30–360
Люпин однорічний	5,8	1,0	3,4	37	35	150–180	друга декада червня	45–60
Суріпиця	3,0	1,2	5,4	32	40	10–12	під зиму	200
Серадела	2,6	1,2	5,0	29	40	40–50	перша декада травня	30–60
Фацелія	2,3	1,5	5,7	24	31	12–15	перша декада травня	30–90
Ріпак	3,7	1,6	4,9	21	26	15–20	перша декада травня	30–45
Редька олійна	1,8	1,4	5,1	30	44	20–25	перша декада травня	60–90

* – хімічний склад та удобрювальна цінність культур може змінюватися.

⁶⁹⁹ Сохранение органического вещества в дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья и повышение продуктивности культур полевого севооборота : рекомендации / Ю. А. Акманаева, Л. В. Дербенева, М. Г. Субботина ; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образов. «Пермский гос. аграрно-технологич. ун-т им. акад. Д.Н. Прянишникова». - Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2017. - 56 с.

Розкладання соломи – це тривалий мікробіологічний процес, і виникає потреба пришвидшити його. Це дозволить підвищити ефективність соломи як добрива, зменшити її негативний вплив на культури, а також прискорити процеси збагачення ґрунту органічними речовинами^{700 701 702}.

Відмічається⁷⁰³, що одним з основних стримуючих чинників широкого впровадження покривних культур є проблема у вологозабезпеченості ґрунтів. Негативна роль зелених добрив може проявлятися через те, що за надлишкового використання вологи проміжними культурами її може не вистачити для основної культури, що негативно впливає на врожайність останньої. Тому післязнівні сидеральні культури рекомендується застосовувати у регіонах з кількістю опадів менше 600 мм за рік.

Найскладніші умови для сидератів складаються за їх вирощування у післязнівний період (липень-серпень), який характеризується найбільшим дефіцитом вологи в Україні. Її запаси в шарі 0–10 см на чорноземах Центрального Лісостепу становлять 3–8 мм. Аби не допустити повного випаровування води з призначеного під сидерати ґрунту, треба разом зі збиранням озимини, і, як виняток, – через один день після збирання, застосувати поверхневий обробіток ґрунту, що складається з його дискування на 5–6 см, боронування та прикотковування поверхні кільчастими котками.

Такий обробіток, особливо проведений уночі, руйнує капіляри між верхнім обробленим і нижніми необробленими більш зволженими шарами (з яких вода піднімається по капілярах вгору). Це припиняє її випаровування та сприяє поступовому зволоженню верхнього шару. Особливо велике значення для молодих сидеральних рослин у разі недостатнього зволоження ґрунту надає роса, бо лише вона рятує рослини від загибелі в суху жарку погоду, а спадаючи з рослин, – поліпшує зволоження поверхні ґрунту та приґрунтового повітря.

Кількість води, утвореної за одну ніч з роси, досягає 0,1–0,5 мм. А за рік її випадає до 40 мм, тобто така кількість, що відповідає місячній нормі атмосферних опадів у Центральному Лісостепу у квітні чи серпні–листопаді. Роса утворюється здебільшого на рівній, проте шорсткій поверхні ґрунту, якій відповідає технологія наведеного поверхневого обробітку під сидерати. Така технологія сприяє збереженню в ґрунті залишку води, не використаного попередником, сприяє накопиченню води в поверхневому шарі ґрунту за рахунок підняття з нижніх шарів. Це забезпечує появу повних сходів рослин через 3–4 дні після сівби, а густий їх травостій є середовищем для утворення великої кількості роси, яка рятує рослини від загибелі в перші дні вегетації.

⁷⁰⁰ Благовещенская З. К., Гришина Т. А., Булгаков В. М. Использование соломы в современном земледелии. Химия в сельском хозяйстве. 1986. № 10. С. 26–31.

⁷⁰¹ Кольбе Г., Штумпе Г. Солома как удобрение / пер. с нем. А. Н. Кулюкина. Москва : Колос, 1972. 87 с.

⁷⁰² Кулиджаев Е. В., Голубченко В. Ф. Методические рекомендации по использованию соломы и другой побочной продукции в качестве удобрений. Одесса, 2011. 15 с.

⁷⁰³ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

Навіть найменші дощі (3–5 мм), які в агрономії вважаються неефективними, для післяжнивних сидератів дуже корисні. Більш рясні дощі (до 10 мм і більше) зволожують ґрунт спочатку на глибину до 15 см, а згодом – на всю глибину кореневмісного шару. Такі умови в поєднанні з теплою погодою в липні–вересні сприяють інтенсивному росту сидератів, перешкоджають розмноженню бур'янів і шкідників⁷⁰⁴.

Дослідження, проведені на Хмельницькій державній сільськогосподарській дослідній станції, дали можливість розробити спосіб зниження впливу погодних умов на продуктивність культур п'ятипільної зернової сівозміни за рахунок післяжнивних посівів гірчиця білої на зелене добриво. В екстремально посушливі періоди вирощування зернових у цій сівозміні під впливом зароблених у ґрунт сидератів запаси продуктивної вологи у верхньому шарі (0–40 см) ґрунту були на 15–25 % вищими⁷⁰⁵.

Азот у зеленій масі заораних у ґрунт рослин міститься переважно у формі білкових сполук. У процесі її мінералізації спочатку відбувається амоніфікація, потім нітрифікація, й азот зелених добрив переходить у сполуки, доступні для живлення рослин.

Швидкість розкладання заробленої сидеральної маси залежить від низки умов. Мають значення вид і вік сидерату, гранулометричний склад і вологість ґрунту, глибина зароблення. Чим старша рослина, важчий гранулометричний склад і більша глибина зароблення добрива, тим повільніше воно розкладається.

Вказується⁷⁰⁶, що для пришвидшення розкладання й отримання елементів живлення в доступній для рослин формі глибина зароблення сидерату в ґрунт має бути меншою. І навпаки, якщо ставиться мета підвищити вміст гумусу в ґрунті, заробляти його потрібно глибше, оскільки при повільному розкладанні підвищується коефіцієнт гуміфікації. Глибоке заорювання особливо важливе на ґрунтах легкого гранулометричного складу. Уповільнює розкладання сидератів зароблення разом з бобовими відносно інертних матеріалів, які розкладаються повільно (торф, солома). Такий самий ефект отримують при змішуванні в посіві для сидерації бобових і злакових культур. За добавлення гною або гноївки, навпаки, розкладання зеленого добрива пришвидшується.

У перший рік дії коефіцієнт використання азоту зеленого добрива зазвичай вищий, ніж гною. Крім того, бобові сидерати мають добре розвинену кореневу систему, що глибоко проникає у ґрунт, тому вони засвоюють поживні речовини з нижніх шарів ґрунту, а також фосфор та інші елементи живлення із

⁷⁰⁴ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

⁷⁰⁵ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

⁷⁰⁶ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

важкорозчинних сполук. У зв'язку з цим під час розкладання заробленої рослинної маси верхній шар ґрунту збагачується не лише органічними речовинами та рухомими сполуками азоту, а й фосфором, калієм, кальцієм та іншими лементами.

Особливо велике значення має фаза росту й розвитку заорюваних рослин. Заробляння сидеральних культур у фазі до цвітіння бобових або колосіння злакових активізує мікро-біологічні процеси в ґрунті, підвищує врожайність наступних культур, але не впливає на кількість і якість гумусу. Це пояснюють тим, що ніжна зелена маса сидерату бідна на лігнін, швидко мінералізується і в гумусних сполуках не закріплюється.

За врожаю біомаси сидеральної культури до 150 ц/га її заробляють у ґрунт оранкою, а за врожайності більше 150 ц/га – спершу прикочують котками чи подрібнюють дисковими боронами або мульчивальниками, а вже потім заорюють. Також для припинення росту сидератів можна застосовувати гербіциди суцільної дії.

Додаткове подрібнення біомаси рослин на зелене добриво збільшує витрати на їх застосування, проте повздовжнє подрібнення сидеральної маси прискорює біохімічні процеси завдяки збільшенню площі поверхні цих матеріалів і поліпшенню контакту мікроорганізмів із субстратом. Крім того, подрібнена сидеральна маса рівномірніше зволожується, забезпечується киснем, а отже, швидше розкладаються. Вона добре затримує вологу внаслідок порушення капілярної системи і запобігає втратам тепла органічною масою. В результаті прискорення процесів деструкції органічних речовин за рахунок подрібнення збільшується їх витрата на життєдіяльність целюлозоруйнівних мікроорганізмів⁷⁰⁷

Зазначається⁷⁰⁸, що заробляння сидератів у ранні строки може спровокувати мінералізацію органічних речовин ґрунту та висушувати його орний шар. Тому сидеральну культуру подрібнюють і загортають перед замерзанням ґрунту восени. Крім того, можна проводити кулісну сидерацію для снігозатримання у зимовий період із загортанням маси рослин навесні дисковими боронами з наступним заорюванням, висота снігового покриву взимку дорівнюватиме висоті сидеральних рослин. В одиниці рослинної маси бобових сидератів міститься така сама кількість азоту, як і в одиниці гною, але фосфору і калію менше, тому останні додатково вносять з мінеральними добривами. В ґрунті зелені добрива розкладаються значно швидше, ніж інші органічні.

⁷⁰⁷ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

⁷⁰⁸ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

Узагальнені багаторічні дослідження вчених Німеччини показали⁷⁰⁹, що для досягнення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті, залежно від вирощуваних у сівозміні культур, необхідно заробити таку кількість зеленого добрива: за вирощування зернових культур – 38 т/га зеленої маси, а просапних – 75–100 т/га.

За ступенем впливу на врожайність культур сидерати наближаються до підстилкового гною у нормі 20–30 т/га, причому витрати на їх виробництво та застосування в 2–4 рази нижчі.

Кожна сидеральна культура має свої особливості використання на удобрення. Так, зелену масу капустяних під озимі зернові культури доцільно подрібнити, задискувати і через 14 діб заробити, бобових культур – подрібнити та заробити без попередньої експозиції у верхньому шарі ґрунту. Ці особливості пов'язані з хімічним складом сидеральних культур і насамперед співвідношення С:N в масі, яке визначає швидкість її мінералізації та доступність елементів живлення для удобрювальних культур⁷¹⁰.

Сидерати також використовують для контролю над нематодами. Так, перед основною культурою, якій може загрожувати нематодне зараження, висівають рослини-пастки. Наприклад, в Англії, щоб позбутися золотистої картопляної нематоди, висівають паслін, який здатний за 8–10 тижнів росту скоротити кількість нематод на 50 %. У північній Європі деякі різновиди редису й гірчиці білої використовують для зменшення популяції бурякової нематоди. Їх сіють наприкінці літа і збирають наприкінці жовтня, щоб не допустити обнасінення.

Також дослідженнями щодо впливу зеленого добрива (редьки олійної та гірчиці) на зміну популяції бурякової нематоди встановлено, що кореневі виділення цих культур стимулювали вихід личинок із цист у більш ранній весняний період, і при недостатній сумі активних температур вони не могли досягнути статевозрілої стадії і дати нове покоління, за рахунок чого щільність їх популяції знижувалась на 30–60 %.

Акцентується увага на тому⁷¹¹, що до сидератів відносять рослини, здатні швидко набирати зелену масу. Їх зазвичай скошуюють, а потім закладають у ґрунт або просто залишають на поверхні, щоб захистити верхній шар, при цьому коріння сидератів, що знаходяться в землі, перегнивають і збагачують ґрунт.

Потужна надземна частина цих рослин пригнічує зростання бур'янів та захищає поверхню ґрунту від прямих сонячних променів. Розгалужена коренева система сидератів не дає бур'янам отримувати живлення, і одночасно добре

⁷⁰⁹ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

⁷¹⁰ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

⁷¹¹ Сидераты: преимущества, сроки посева, популярные сидераты. URL: <https://homester.info/dacha-sad/ogorod/siderati/>.

розпушує землю, а після відмирання оптимізує водопроникність, покращує водоутримуючі характеристики та аерацію ґрунту.

Для зелених добрив характерні деякі функції, такі як⁷¹²:

- за допомогою свого довгого коріння вони дістають з глибини мінеральні елементи;
- дають значний обсяг рослинної маси, яка може бути використана як мульча;
- сприяють відновленню ґрунту після ерозії;
- захищають ділянку від руйнування та перешкоджають вивітрюванню родючого шару;
- закріплюють поживні органічні речовини у верхньому шарі ґрунту. Це сприятливо впливає на зростання культурних рослин, тому що їхнє коріння розміщене саме в цьому шарі;
- сидерати – чудовий корм для мікроорганізмів та черв'яків.

2.2. Особливості сидерації за використання різних видів рослин

У ролі сидератів найчастіше виступають однорічні, і дещо рідше – багаторічні бобові рослини, що мають значну зелену масу та фітосанітарні властивості. Інтенсивно зростаючі холодостійкі злакові культури також можна використовувати як сидерати для городу. Як ранні сидерати можуть служити рослини родини хрестоцвітих і складноцвітих.

Який сидерат вибрати? Однозначну відповідь тут дати досить складно, тому що у кожній ділянці своя кислотність ґрунту та його структура (рис. 2.4).

Сидерати висівають з огляду на сівозміну, тобто так, щоб потім посадити якийсь конкретний овоч. Так як всі рослини відносяться до строго певних родин, і якщо ви посієте гірчицю в якості сидерату, а за нею – капусту, то не чекайте пристойного врожаю, оскільки обидві рослини з однієї родини (табл. 2.21).

Сидерати родини бобових⁷¹³:

Озима та яра вика.

Люпин (білий, жовтий, синій).

Люцерна.

Горох (посівний та польовий).

Кормові боби.

Конюшина.

Перелічені культури насичують ґрунт азотом, тому що в їх корінцях є азотофіксуючі бактерії. Завдяки цьому вам не потрібно буде купувати селітру. Крім того, ці культури структурують ґрунт.

⁷¹² Сидераты: преимущества, сроки посева, популярные сидераты. URL: <https://homester.info/dacha-sad/ogorod/siderati/>.

⁷¹³ Сидераты: преимущества, сроки посева, популярные сидераты. URL: <https://homester.info/dacha-sad/ogorod/siderati/>.

Однак потрібно бути обережним при застосуванні конюшини та люцерни. Вони досить швидко розростаються і заплітають всю площу своїм потужним корінням. А через те, що люцерна і конюшина відносяться до багаторічних рослин, звичайне підрізання не перешкода для їхнього інтенсивного росту. Тим часом багато хто з успіхом застосовують їх як сидерати.

Родина хрестоцвітих (капустяних)⁷¹⁴:

Олійна редька.

Гірчиця.

Ярий та озимий ріпак.

Суріпиця.

Сидерати цієї групи збагачують ґрунт сірим та фосфором, сприяють оздоровленню, структуруванню та розпушенню ґрунту.

Родина злакових⁷¹⁵:

Овес.

Пшениця.

Жито.

Сорго.



Рисунок 2.4 – Поширені культури–сидерати⁷¹⁶

⁷¹⁴ Сидераты: преимущества, сроки посева, популярные сидераты. URL: <https://homester.info/dacha-sad/ogorod/siderati/>.

⁷¹⁵ Сидераты: преимущества, сроки посева, популярные сидераты. URL: <https://homester.info/dacha-sad/ogorod/siderati/>.

Загальний опис поширених рослин-сидератів⁷¹⁷

Насіння сидератів (фасовка)	Посівна норма	Опис
Вика яра	1,5 кг на сотку	Однорічна трав'яниста рослина родини бобових. Холодостійка, вологолюбна, росте на всіх ґрунтах. Використовується як сидерат для розпушення ґрунту і збагачення азотом, фосфором, калієм. Покращує структуру ґрунту, його фізичні та біологічні властивості. Висівають у квітні-травні або за 1,5 місяці до заморозків
Гірчиця	500 г на сотку	Невибаглива рослина родини хрестоцвітих. Використовується як сидерат для дезінфекції ґрунту від хвороб, боротьби зі шкідниками і збагачення органікою. Очищає ґрунт від дротяників, нематод, шкідників картоплі і коренеплодів. Сіють 2–3 рази в сезон, починаючи з березня і закінчуючи за 2 місяці до настання морозів
Гречка	2 кг на сотку	Збагачує ґрунт фосфором і калієм. Медонос. Особливо рекомендується на бідних, важких ґрунтах, оскільки її глибока коренева система в значній мірі покращує структуру ґрунту. Швидко зростає, посухостійка. Її квіти приваблюють багатьох ентомофагів, які борються з шкідниками плодових і овочевих культур
Житниця	1,5 кг на сотку	Культура для рекультивації земель та придушення бур'янів, особливо пирію. Коренева система до 2 м, дає велику біомасу, структурує і відновлює ґрунт. Озима культура, високоврожайна
Конюшина червона	200 г на сотку	Збагачує ґрунт азотом і калієм. Росте дуже швидко, холодостійка. Можна використовувати в міжряддях плодових культур. Необхідний ефект досягається

⁷¹⁶ Як обрати сидерати URL: <https://uhbdp.org/article/yak-obraty-syderaty>.⁷¹⁷ Як обрати сидерати URL: <https://uhbdp.org/article/yak-obraty-syderaty>.

		через 2 роки після посіву. Підходить для вологих районів. Висівають на початку літа. Закладають в ґрунт навесні перед цвітінням
Льон	300 г на сотку	Невибаглива рослина висотою близько 50 см. Розвивається на будь-якому ґрунті. Використовується як сидерат, а також для облаштування альпінаріїв. Морозо- і посухостійкий. Насіння льону має лікувальні властивості. Висівають у квітні – травні. Сходи з'являються через 7–14 днів
Овес	2,5 кг на сотку.	Родина злакових. Прекрасний фітосанітар, очищає ділянку від бур'янів (пирій, осот), оздоровлює ґрунт після картоплі. Добре розпушує землю, дає до 200 кг зеленої маси на сотку. Сіють з весни до кінця вересня. За 2 тижні до висадки основної культури скошений овес закладають на глибину 3–5 см. Більш ефективний у суміші з бобовими
Пелюшка	2 кг на сотку	Однорічна трав'яниста рослина родини бобових. Зелене добриво, кормова і медоносна яра культура. Засвоює атмосферний азот і накопичує його, покращує структуру ґрунту
Ріпак озимий	500 г на сотку	Родина хрестоцвітих. Збагачує ґрунт органічними речовинами, фосфором і сіркою. Після перегнивання зеленої маси органічні речовини мінералізуються та переходять у форму, яка легко засвоюється рослинами. Ріпак пригнічує ріст бур'янів і підвищує родючість ґрунту. Витримує заморозки до -5°C
Редька олійна	500 г на сотку	Сильно розгалужена однорічна рослина висотою до 1 м. Холодостійка, вологолюбна, теневинослива, урожайна. Має фітосанітарні властивості, знищує збудників хвороб, пригнічує нематоди і бур'яни. Сіють з липня по вересень
Жито	2,5 кг на сотку	Родина злакових. Прекрасний фітосанітар, очищає ділянку від бур'янів (пирій, осот), оздоровлює ґрунт після картоплі. Добре розпушує землю, дає до 200 кг зеленої

		маси на сотку. Сіють з весни до кінця вересня. За 2 тижні до висадки основної культури скошене жито закладають в ґрунт на глибину 3–5 см. Молоді стебла швидко перегнивають, збагачуючи ґрунт органічними речовинами.
Суданка	300г на сотку	Однорічна культура родини злакових. Вирощують на сіно, зелений корм, для випасу, на зелене добриво і в сівозміні для придушення пирію. Теплолюбна, посухостійка, солестійка культура. Можна сіяти в суміші з люцерною, люпином, соєю. Висівають з травня по серпень
Фацелія	200г на сотку	Ідеальне зелене добриво, кормова, медоносна культура. За 40–45 днів створює 200–300 кг зеленої маси. Сіють з весни до серпня. Зацвітає через 6 тижнів, нектаром приваблює багатьох ентомофагів, які знищують плодожерок, яблучного квіткоїда тощо. Більш ефективна в суміші з бобовими
Люпин синій, білий	2кг на сотку	Покращує врожайність суглинків і супісків, замінюючи перегній. Збагачує ґрунт органікою і гумусом, фіксує азот, розпушує, оздоровлює його, покращує життєдіяльність дощових черв'яків. Висівають пізньою весною. Через 8 тижнів закладають в ґрунт
Люцерна	200 г на сотку	Високоврожайна кормова культура, також прикрасить і газон. Використовується в якості зеленого добрива для поліпшення родючості ґрунту і збагачення органічними речовинами і азотом. Швидко нарощує зелену масу. Хороший медонос. Сіють з квітня по серпень

За допомогою цих культур можна збільшити вміст калію у ґрунті, придушити бур'яни, а також структурувати та розпушити ґрунт. Крім того жито захищає ґрунт від вітрової та водної ерозії.

Якщо всі перелічені рослини при недотриманні сівозміни можуть завдати шкоди культурним рослинам, то фацелії – універсальному абсолютно нешкідливому сидерату, це не відноситься.

Її можна застосовувати для захисту розсади капусти, огірків та томатів. Розсаду вказаних культур висаджують на грядки серед молодих рослин фацелії.

Для підвищення ефективності рекомендується використовувати суміші різних культур, наприклад, бобово-злакові.

З настанням весни можна посіяти такі сидеральні культури:

гірчиця (з моменту посіву та до зрізання проходить 1–1,5 місяці);

фацелію (зрізати через 7–8 тижнів);

суріпиця (зрізати приблизно через 50–60 днів);

ярий ріпак (висівається в кінці березня–початку квітня і через місяць–півтора зрізається);

яра вика. Застосовується як попередник розсади перців та томатів. Зрізається за 2 тижні перед посадкою розсади.

На початку-середині літа сіють гірчицю, фацелію, конюшину, люцерну, віку, горох, конюшину, ріпак. З настанням осені, після збирання врожаю, настає черга посіву конюшини, озимого жита, озимого вівса, олійної редьки.

Наведемо загальну характеристику найбільш популярних сидератів на підставі ряду узагальнень⁷¹⁸.

Фацелія пижмолиста (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) (рисунок 2.5)

Головне достоїнство цього сидерату те, що після нього можна висаджувати всі культури. Фацелію відносять до родини буравчикових, жодна з відомих у середній смузі культурних рослин не належить до цього родини. Її можна сіяти як до, так і після злаків, зелені та овочів. Норми посіву від 8 до 10 г на квадратний метр. Завдяки своїм особливостям ця рослина ідеально підходить для добрива ґрунту під капусту, ріпу, редиску, так як вони досить часто зазнають нашествия комах-шкідників.

Фацелія як сидерат по праву вважається кращою рослиною в цьому напрямі. Так само культура є лідером серед медоносів, може ще використовуватися в кормовій сфері.

Фацелія відноситься до водолистових. Різновидів буває багато, близько вісімдесяти. В Україні вирощують в основному дзвоникоподібну і пижмолистну. Саме останню і висівають на сидерат. Є ідеальним попередником для усіх рослин.

Культура виконує наступні сидеральні функції:

Добриво ґрунту;

Поліпшення структури ґрунту;

Пониження кислотності ґрунту;

Знищення бур'янів і шкідників;

Знищення збудників хвороб.

У підсумку, посів фацелії дозволяє отримувати набагато більший урожай, причому навіть там, де він не очікувався. Вона може врятувати ситуацію при ризикованому землеробстві, коли фермери садять все на свій страх і ризик, і

⁷¹⁸ Сидераты: преимущества, сроки посева, популярные сидераты. URL: <https://homester.info/dacha-sad/ogorod/siderati/>.

можуть навіть піти в мінус. Саме фацелія підвищує шанси, що ви забережете зі свого поля не тільки ту кількість зерна, яке посіяли, а й набагато більше.

Ще один важливий момент – фацелія як сидерат прекрасно бореться зі шкідниками. Її бояться дротяники, нематоди, довгоносики, попелиці та багато інших паразитуючих комах. Додатковий бонус – на неї злітаються хижаки, які харчуються листовійкою, квіткодами, плодожерками.



Рисунок 2.5 – Фацелія у посівах⁷¹⁹

Хто навчився використовувати фацелію в якості добрива, не зможе більше відмовитися від такого способу. Простота і висока ефективність говорить сама за себе. Навіть виснажений ґрунт після важких культур, може бути відновлений фацелією. Культура швидко проростає і нарощує зелену масу. Цей процес в середньому займає 40–45 днів.

Фацелія структурує ґрунт. В процесі зростання культури і розкладання корневих залишків, земля розпушується. Покращується повітропроникність і вологоємність ґрунту. Наприклад глинясті ґрунти стають легкими і родючими. Окрім ґрунтоутворюючих, виконуються також ґрунтозахисні функції. Залишенням фацелії на зимівлю, забезпечується захист ґрунту від промерзання, водної та вітрової ерозії.

⁷¹⁹ Фацелія фотографії, зображення <https://ua.depositphotos.com>.

Пониження кислотності ґрунту – важлива фітосанітарна функція фацелії. Оскільки кислий ґрунт може стати нейтральним і більш родючим, без додаткових технологічних дій.

Фацелія успішно пригнічує зростання різних бур'янів. Рослина має властивість притягати ентомофагів – так званих хижих комах. Вони у свою чергу знищують плодожерок, листовійок та інших поширених шкідників. Так само культура здатна виганяти нематод і сарану.

Фацелія чинить профілактичну дію, не дозволяє проявитися вірусним і грибковим хворобам.

Представлена культура має самі високі сидеральні якості серед подібних рослин. Унікальні фітосанітарні властивості роблять фацелію незамінною в сфері оздоровлення ґрунтів.

Переваги ще полягають і в непримхливості до умов обробітку, може рости на будь-яких ґрунтах. Відрізняється високою морозостійкістю і посухостійкістю.

Багато садівників називають її ідеальною культурою за рахунок маси позитивних властивостей. До них відносяться⁷²⁰:

1. Фітосанітарні властивості – оздоровлення ґрунту. Завдяки своїй унікальності і несхожості на інші культури фацелія здатна виганяти різних шкідників – за рахунок залучення ентомофагів, які знищують усіх паразитів. Рослина може позбавити рослину від сарани, плодожерки, квіткоїдів і нематод. Окрім цього ефект, що санує, досягається за рахунок запобігання гнилизні, сильному висиханню плодів і самої рослини (тому часто фацелію використовують як добриво для картоплі).

2. Залучення бджіл – фацелія є прекрасним медоносом. Великі квітки рослини розпускаються вже після 5 тижнів після висадки і цвітуть кожні 2 дні. Запах і аромат квіток притягає безліч бджіл, джмелів – тому для пасічників така рослина теж незамінна.

3. Збагачення ґрунту. Фацелія настільки невибаглива, що може рости навіть на кам'янистому ґрунті, а також на глинистому, заболоченому і пересушеному. Тому за рахунок посадки такого сидерата можна отримати урожай на найбідніших і непридатніших ґрунтах. Проте якщо ґрунт сильно бідний – однієї висадки сидерата може бути недостатньо. В цьому випадку треба буде сіяти фацелію увесь сезон.

4. Усунення бур'янів. За рахунок усунення підвищеної кислотності ґрунту, фацелія робить його непридатним для тих бур'янів, яким підходить саме кисле середовище – наприклад осотів.

5. Привабливий зовнішній вигляд – таке «добриво» презентабельно виглядає на грядках.

⁷²⁰ Як використати фацелію в якості сидерата. URL: <https://line24.com.ua/yak-vikoristati-faceliyu-v-yakosti-siderata/index.htm>.

6. Швидке проростання і дозрівання культури – рослина досягає повного росту (до 30 см) вже впродовж місяця. За 4 тижні маса фацелії може досягти до 300 кг на 1 га – це по цінності рівносильно 300 кг гною.

7. Морозостійкість. Також добре переносить жару, сильну посуху, вітер, відсутність сонця.

8. Здатність до самосіву – за умови, що рослина не буде зрізана до повного дозрівання її насіння.

В цілому, явних недоліків такої сидерат не має. Проте деякі агрономи відносять до негативних якостей цієї культури:

– ця однорічна рослина – для збагачення ґрунту такої сидерат треба буде висаджувати щороку, а іноді і кілька разів в сезон;

– необхідність зрізувати сидерат до посадки основних культур.

Проте, незважаючи на такі дрібні недоліки, фацелія як і раніше залишається одним з самих затребуваних і найчастіше використовуваних сидератів в сучасній агрономії.

Прекрасні якості цієї рослини – можливість її використання як сидерата для усіх культур. Для бобових її застосовують в якості поліпшення медоносіння – бобові пізно цвітуть, а фацелія яскравим запахом своїх квіток притягує велику кількість комах.

Вся принадність фацелії в тому, що її можна сіяти де завгодно. Вона часто використовується навіть як декоративна рослина. При цьому в саду і на клумбах після неї можна посадити будь-які квіти, вони будуть рости краще. Вона відноситься до родини Водолистникових або Бурачникових, а найпоширеніший різновид – пижмолиста. Її листя за формою трохи нагадують гілочки хвої, але при цьому вони м'які і злегка пухнасті. Дрібні квіточки ростуть гронами і можуть мати білий або синій колір. В цілому фацелія створює густий пишний килимок, який утворює тінь і затримує вологу в ґрунті.

Тому, якщо ви задумалися, як сіяти фацелію, то є кілька варіантів:

- Засіяти все в поле без виключення. Тоді вона буде рости по всій поверхні, а потім її потрібно скосити або перекопати і закласти в ґрунт. Далі вона перегниває, в верхньому шарі утворюється гумус і на цьому місці можна садити основну культуру.
- Посадити її між рядами овочів. Коли фацелія підростає, її перекопують і закладають безпосередньо під ці самі овочі.
- Також є такий варіант для фацелії, як сіяти її упереміж з іншими сидератами. Наприклад, можна взяти горох або редьку і робити посадку ряд через ряд. Разом ці рослини ще краще збагатять ґрунт корисними речовинами. Особливо це стосується саме бобових, адже виробляемий ними азот дуже важливий.

Для посадки фацелії підходять будь-які типи ґрунтів, оскільки вона не вибаглива і дуже живуча. Однозначної відповіді на питання, коли її сіяти, немає. Ви можете вибрати для себе один з варіантів, покладаючись на свої зручності. Як правило, це роблять або восени після збору врожаю, або навесні до посадки основних культур, або навіть влітку, перед пізніми овочами. Взагалі

вона посухостійка, але все ж їй потрібна волога, щоб швидше зійти, а також на етапі перегнивання (інакше вона просто висохне, а не розкладеться).

Тому садити краще у вологий ґрунт на глибину 1–2 см. Норма висіву фацелії 120 г на сотку. Між рядами бажано витримувати 10–15 см. Потім нічого особливого робити не потрібно, вона росте сама по собі. При цьому, коли утворюється густа зелена маса, ви можете перекопати її по всій ділянці і почекати поки вона розкладеться і утворить гумус. Але є і такий варіант, коли фацелію залишають рости далі і садять овочі поруч з нею

Для картоплі, моркви, буряка і інших рослин, плоди яких дозрівають в ґрунті, ця культура є незамінним захисником від паразитів, що знищують бульби рослин. Для усіх інших культур властивості сидерата дозволяють як збагатити ґрунт і підвищити врожайність рослин, так і захистити їх від шкідників і різних хвороб.

Оскільки рослина холодостійка і здатна витримувати морози до 10 градусів, висівати її можна раною весною, як тільки зійде сніг. Насіннєвий матеріал також стійкий до морозів, тому температура повітря і ґрунту не впливає на схожість.

На сидеральні пару фацелію рекомендується сіяти під зиму (але так, щоб насіння не проросло) та в перші дні весняно-польових робіт слідом за боронуванням і культивуванням зябу. За такого висівання бджоли можуть взяти більше меду, й можна раніше приступити до підготовки поля для висіву озимих. Практикується на зелене добриво використовувати суцільний посів, за норми висіву 10–12 кг/га.

За сезон можна 4 рази отримати добриво від посадки фацелії. Від моменту засівання і до фази цвітіння піжмолістної фацелії проходить півтора місяці. Відразу ж після скошування можна заново сіяти рослини.

Як сіяти фацелію:

- перший раз – початок травня;
- другий – середина червня;
- третій – початок серпня;
- четвертий – середина вересня.

Якщо грядка повністю призначена для сидератів, то посів і збирання проводять один за одним. Коріння при цьому залишаються в землі і перегниває. Зелена маса застосовується:

- для приготування зеленого добрива в бочці для поливу городніх культур;
- для мульчування грядок;
- додається в компост;
- йде на корм тваринам.

Перед першою весняною посадкою в ґрунт потрібно внести мінеральні добрива з розрахунку 60 г на квадратний метр, щоб сидератів було чим харчуватися. Ці вкладення не пропадають марно, оскільки повертаються в ґрунт у вигляді органічного добрива, багатого азотом, калієм і фосфором.

Фацелія дає швидкі сходи та інтенсивно розвивається (приблизно 50 днів). Зовнішній вигляд рослини досить привабливий. Квіти фіолетового кольору і

різьблене листя добре виглядають при заповненні порожніх просторів на грядках, клумбах, високих робітках.

При закладенні в ґрунт фацелію збільшує її родючість на рівні коров'ячого гною. Внесення в ґрунт бадилля в кількості 100 кілограм на сотку, аналогічно одній тонні перегною на такій же ділянці. Але отримати рослинну біомасу якнайшвидше, і коштує вона дешевше, ніж добрива тваринного походження.

Квіти фацелії виділяють нектар, який приваблює ентомофагів, а ті, у свою чергу, знищують комах-шкідників. Тобто листовійки, плодожерки та попелиці не з'являються на присадибній ділянці. Фацелію можна висаджувати як огорожувальний бар'єр для картоплі, щоб захистити грядки від шкідників. Не переносить сусідства з рослиною дротяник, а ґрунтові нематоди і сарана гинуть при вдиханні фунгіцидів, що виділяються квітами. До речі, на бджіл квітка не надає жодного негативного впливу, і вважається хорошим медоносом. Багато бджолярів висаджують фацелію на великих площах, щоб зібрати квітковий мед з високими смаковими якостями.

Ще одна цінність такої культури – непримхливість. Особливого відходу рослина не вимагає – її не треба спеціально поливати або захищати від вітру. Через 3 тижні поле посіву можна починати висаджувати основні культури. Такі рослини, як полуниця, перець, малина, томати, висаджуються безпосередньо між сидератом. Таким чином фацелія захистить тонкі незміцнілі стебла рослини від вітру, жару або пересушування. Проте перед посадкою картоплі, цибулі, селери (тих рослин, плоди яких дозрівають в ґрунті) рослину необхідно зрізувати.

Коли використовувати сидерат – залежатиме від того, яка була мета висадки. Якщо фацелію посадили з метою залучення бджіл – її треба скошувати і засівати наново у міру відцвітання. При посіві у кінці літа-до початку осені (з метою відновити і збагатити ґрунт) фацелію зрізують до посадки озимини. Висадження фацелії на зимовий період має на увазі її раннє сходження навесні – в цьому випадку її зрізують перед безпосередньою посадкою основних культур. Пізні весняні висадження сидерата можна не зрізувати повністю, а залишати невеликі стебла – це захистить теплолюбні культури від пересушування.

Для того, щоб збагатити не лише верхній шар ґрунту, зелену масу перекопують на рівні повного занурення лопати – такого роду перекопування добре збагатить і розпушить ґрунт перед посадкою часнику або цибулі.

Універсальність і величезна цінність фацелії як сидерата дозволяють не вносити більше ніяких додаткових добрив або мінералів в ґрунт – якщо саджати її 3–4 рази в рік, це буде хорошою запорукою для отримання щедрого урожаю і прекрасного збагачення ґрунту.

При врожайності зеленої маси фацелії біля 300 ц/га у ґрунті акумулюється $N_{80}P_{50}K_{200}$. Як вже було відмічено раніше, сіють фацелію звичайним рядковим способом на глибину 1–2 см з нормою висіву насіння 10–15 кг/га. Сіяти можна як весною, так і літом (червень–липень). Через 7–8 тижнів після сівби у фазі бутонізації – початок цвітіння дискують на зелене добриво.



Рисунок 2.6 – Полосна сидерація фацелією в овочівництві відкритого ґрунту⁷²¹.

Біла гірчиця (*Sinapis alba* L.) (рисунок 2.7)

Належить до холодостійких сидератів, які вирощують і закладають у землю по кілька разів протягом сезону. Воспанне вона садиться під зиму, за тиждень-два до приходу холодів. Це робиться для того, щоб зелена маса попала під підморожування від холоду і залишилася перегнивати під снігом. Процеси розкладання будуть йти ще деякий час, при настанні негативних температур, використовуючи внутрішнє тепло, що відрізняється від розкладання рослинної органіки. Його достатньо, щоб добрива-сидерати перетворилися на гумус, який потрібний рослинам на весні.

Гірчиця досить швидко набирає вегетативну масу. Тільки не слід пропустити той період, коли стебла почнуть тверднути. Зелень слід скосяти, доки вона не почне жовтіти, не варто тягнути до перших квітів або бутонів.

По мінімуму період від початку посіву і до закладення рослини в ґрунт – приблизно тижнів п'ять, але якщо вам вдасться дотягнути до восьми – теж непогано. При визначенні термінів збирання потрібно брати до уваги, що при спекотній погоді стебла твердіють швидше, а в прохолодну – повільніше, тому в осінній та весняний періоди можна тримати зелень на грядках більш тривалий термін.

Висівають гірчицю, як правило, врозкид, крім тих випадків, коли хочуть захистити рослини від шкідників. У цьому випадку рекомендовано рядковий спосіб. Витрата насіння становить від 4 до 7 грамів на квадратний метр. Якщо

⁷²¹

Такі корисні сидерати. URL: <https://www.cherk-consumer.gov.ua/hromadianam/upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/novyny-upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/2580-taki-korysni-syderaty>.

норму збільшити, посадки вийдуть густими і почнеться гниття зелені прямо на корені.



Рисунок 2.7 – Гірчиця біла у посівах⁷²²

Гірчиця як сидеральна культура підходить не для усіх типів ґрунтів, краще її висаджувати на пухких, а не на щільних і глинистих, на останніх процес її розкладання сильно уповільнений.

Як культуру-сидерат використовують саме гірчицю білу – однорічну, що належить до родини капустяних. Максимальна висота рослини близько 70 см, вона обростає потужною листовою масою, із листям пір'ястого типу. Гірчиця біла вельми активно цвіте і дає стручки, в одному з них може бути до півтора десятка насінин, кожне з яких не більше 1,5 мм у діаметрі.

Користь білої гірчиці величезна, особливо для бідних (але не надмірно виснажених) ґрунтів, вона їх відроджує, формує достатню кількість органічних речовин, коли вже через місяць або трохи більше після посіву насіння ця сидеральна культура закладається (обов'язково до цвітіння) у ґрунт, збагачуючи ґрунт доступним фосфором і азотом.

Біла гірчиця, що вирощується як сидеральна культура, може легко поглинути всі важкорозчинні мінеральні сполуки і перевести їх у форми, легко доступні рослинам.

722

<https://ua.depositphotos.com/stock-photos/%D0%B3%D1%96%D1%80%D1%87%D0%B8%D1%86%D1%8F-%D0%B1%D1%96%D0%BB%D0%B0.html>

У періоди затяжних дощів або на ділянках, де надто промочений ґрунт, біла гірчиця загальмує, а деколи і зупинить вимивання цінних поживних речовин у недоступні для культурних рослин шари ґрунту.

Сіяти білу гірчицю можна в будь-який період, починаючи з березня (якщо ґрунт відтанув) і по вересень. У південних регіонах культура готова до посіву вже в кінці лютого.

Для максимального ефекту від застосування білої гірчиці як сидерату її висівають приблизно за 30 днів до посіву головної культури на цій ділянці. Ніколи не варто поспішати висаджувати основну культуру після закладання гірчиці в ґрунт, адже повинно пройти мінімум 15–17 днів, інакше залишки її можуть, навпаки, загальмувати розвиток рослин.



Рисунок 2.8. – Процес сидерації гірчицею білою на присадибній ділянці⁷²³

Бажано посіяти восени білу гірчицю відразу, після того як основний урожай зібрано, інакше почнеться активне зростання бур'янів.

Під час розкладання гірчиця біла наповнює ґрунт усіма необхідними елементами, зокрема: на кожен квадратний метр надходить по 11–12 г азотних сполук, 12–15 г калію і до 1,9 г фосфору. Всі елементи знаходяться у легкодоступній для рослин формі⁷²⁴

Важливо скосяти її до появи квіток, до цього часу вона може досягти висоти 15–20 см. Якщо запізнитися, і рослини зацвітуть, то стебла сильно загрубіють, черешки у листях стануть істотно жорсткими. Крім того, в період цвітіння гірчиця споживає із ґрунту досить багато поживних речовин і витрачає

⁷²³ Сидерати - зелені добрива та підготовка ґрунту для майбутнього врожаю. Аграрії разом. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/article/siderati-zeleni-dobryva-ta-pidgotovka-gruntu-dlya-maybutnogo-vrojaju>.

⁷²⁴ Власова О. Зелені рятівники ґрунтів: біла гірчиця. Агробізнес сьогодні. 2019. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/13330-zeleni-riativnyky-gruntiv-bila-hirchysia.html>.

їх уже на себе, тим самим, перестає бути сидератною культурою. Якщо допустити самосів, то взагалі біла гірчиця із сидератної культури перетвориться у досить небезпечний і складний бур'ян.

У суху погоду, щоб зелена маса гірчиці максимально швидко розклалася у ґрунті, раз у тиждень необхідно проводити поливи, виливаючи на квадратний метр по кілька відер води.

Ефірні олії та інші біологічно активні сполуки, що виділяються рослиною, знезаражують землю. Особливо ефективно гірчиця пригнічує збудників фітофторозу, парші, кореневої гнилі, фузаріозу, чорної ніжки та ризоктоніозу.

Врахуйте, що тільки лише посів і закладення білої гірчиці в ґрунт не вирішить усіх ґрунтових проблем відразу і не допоможе замінити всі необхідні заходи для поліпшення ґрунтової структури, які обов'язково повинні проводитися щорічно.

Варто звернути увагу на те, що процеси розкладання залишків рослин, гуміфікації проходять тільки за наявності вологи в ґрунті (а гірчиця – сидерат вологолюбний), тому для посушливих регіонів сидерація ефективна тільки у разі зрошення, а для регіонів, де посухи мають періодичний характер, поливи потрібні весь час.

Основна користь білої гірчиці як сидерату полягає у тому, що⁷²⁵:

- насіння проростає швидко, і культура нарощує велику біомасу;
- захист ґрунту від ерозії;
- попередження вимивання азоту з ґрунту;
- збагачення ґрунту фосфором, калієм і азотом під час розкладання зеленої маси і підземної частини гірчиці;
- швидкий ріст рослини перешкоджає розвитку бур'янів, пригнічуючи їх;
- ефірні олії у рослині попереджають розвиток багатьох хвороботворних бактерій і грибів, а також знижують кількість шкідників;
- стрижневий корінь, що проникає на глибину до 3 м, підвищує вентиляцію ґрунту і робить його більш пухким;
- містить величезний відсоток корисних речовин;
- поглинає поживні мікроелементи, які важкодоступні для інших культур і переводить їх у форму, що легко засвоюється;
- захищає від вимерзання і покращує якість ґрунту;
- після заморозків перетворюється на мульчувальне укриття, захищаючи ґрунт від вимерзання, і, відповідно, зберігаючи в ньому до весни більше вологи;
- посів можна проводити восени, навесні, влітку.

⁷²⁵ Власова О. Зелені рятівники ґрунтів: біла гірчиця. Агробізнес сьогодні. 2019. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/13330-zeleni-riativnyky-gruntiv-bila-hirchysia.html>.



Рисунок 2.9 – Технологічний процес скошування гірчиці білої на сидерат⁷²⁶

Кращим строком сівби гірчиці білої є ранній, одночасно з ранніми зерновими культурами. Але слід відмітити ще одну цікаву властивість її, як природного гербіциду (зменшує забур'яненість наступних культур у сівозміні). В зв'язку з цим краще гірчицю білу сіяти після збирання зернових культур і використовувати у вигляді зеленого добрива. Сіють звичайним рядковим способом з нормою висіву 15–16 кг/га. На дуже забур'янених полях її краще висівати широкорядним способом (міжряддя 45 см), зменшуючи при цьому норму висіву до 10–12 кг/га. Насіння загортають на глибину 3–4 см. Дискують на сидеральне добриво у фазі цвітіння – початку утворення плодів (стручків).

Люпин (рисунок 2.12–2.13)

Першим сидератом історія землеробства вважають люпин звичайний. Ця рослина родини бобових, тому боби, горох і квасоля за нею не садять, для цих культур характерні загальні шкідники. Після люпину садять капусту, помідори, перці. А найкращим попередником люпин стане для картоплі.

Люпин – високобілкова кормова рослина. За вмістом високоякісного протеїну, симбіотична азотофіксація люпин не має рівних серед зернобобових культур. Завдяки низькій концентрації інгібіторів трипсину його, на відміну від сої, можна використовувати в кормі будь-яких видів тварин без попередньої термообробки.

⁷²⁶ Власова О. Зелені рятівники ґрунтів: біла гірчиця. Агробізнес сьогодні. 2019. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/13330-zeleni-riativnyky-gruntiv-bila-hirchysia.html>.



Рисунок 2.10 – Сидерація гірчицею (послідовно міжряддя виноградника, присадибної ділянки, теплиці)⁷²⁷

⁷²⁷ Особистий досвід: Як посіяти гірчицю восени для поліпшення ґрунту?URL: <https://tdazovcable.kiev.ua/osobistij-dosvid-yak-posiyati-girchicyu-voseni-dlya-polipshennya-%D2%91runtu/>.



Рисунок 2.11 – Технологічна схема заробки гірчиці як сидерату⁷²⁸



Рисунок 2.12 – Люпин синій вузьколистий (*Lupinus angustifolius*)⁷²⁹

⁷²⁸ Особистий досвід: Як посіяти гірчицю восени для поліпшення ґрунту? URL: <https://tdazovcable.kiev.ua/osobistij-dosvid-yak-posiyati-girchicyu-voseni-dlya-polipshennya-%D2%91runtu/>.

⁷²⁹ Особливості використання люпину як сидерату. URL: <https://zelenasadyba.com.ua/nagyadci/osoblivosti-vikoristannya-lyupinu-yak-sideratu.html>.



Рисунок 2.13 – Рослини люпину білого (*Lupinus alba*)⁷³⁰

До складу люпину входять біологічно активні речовини, що дозволяють використовувати продукти його переробки в харчуванні людей, хворих на діабет 2 і серцево-судинні захворювання⁷³¹.

Основна біологічна особливість люпину – його здатність добре рости і розвиватися на бідних мінеральними речовинами ґрунтах, утворюючи значну кількість вегетативної маси придатної для використання як добриво. Особлива цінність останнього полягає в тому, що воно є джерелом дешевого екологічно безпечного біологічного азоту. При нормальному розвитку рослин, що володіють найвищою азотофіксуючою здатністю серед однорічних бобових культур, посіви люпину фіксують у середньому 160... 180 кг/га атмосферного азоту, а при інокуляції насіння ефективними штамми бульбочкових бактерій і сприятливих ґрунтів, що відповідає 0,5 ...1 т аміачної селітри і більше^{732 733 734}.

За змістом азоту в біомасі рослини люпину як поступаються гною, а й перевищують його, а доступність азоту зеленої маси вдвічі вище⁷³⁵.

Люпин – один із кращих попередників озимих культур і цукрових буряків⁷³⁶, дія його поширюється як наступну культуру, а й у інші протягом усієї ротації сівозміни.

⁷³⁰ <https://agrarii-razom.com.ua/plants/lyupin>.

⁷³¹ Sweetingham M.S.. Lupins-future global possibilities. Proceed. of the 12th Intern. Lupin Conf. Fremantle, IVA, 14-18 September 2008, p. 514-525.

⁷³² Савичев К. И. Люпин - богатырская культура. Брянск: Брянский рабочий, 1964. 66 с.

⁷³³ Прянишников Д.Н. Избр. Соч. Т.2. М.: Колос, 1965. 492 с.

⁷³⁴ Такунов И. П. Люпин в земледелии России. Брянск: Изд-во «Придесенье», 1966. 372 с.

⁷³⁵ Благовещенская З.К., Тришина П.А. Сидераты в современном земледелии. Земледелие. 1987. № 5. С. 36.

⁷³⁶ Алексеев Е.К. Однолетние кормовые люпины. М.: Колос, 1968. 263 с.

Д.Н. Прянишников, розглядаючи роль сидерації у відновленні родючості ґрунту, писав: «І там, де для поліпшення ґрунтів особливо необхідне збагачення їх органічною речовиною, а гною з тієї чи іншої причини не вистачає, зелене добриво набуває особливо великого значення»⁷³⁷.

Завдяки глибоко проникаючій кореневій системі та високій розчиняючій здатності корневих виділень люпин засвоює фосфор, калій, кальцій, магній та інші елементи, фіксовані в ґрунті, чим забезпечує інтенсифікацію їх обігу в орному та підорному горизонтах, незважаючи на винос цих елементів з урожаєм наступних культур, вміст фосфору, калію, кальцію та ін.

Будучи високобілковою культурою, яка в основному індиферентна до ґрунтової родючості, надаючи багатосторонній позитивний вплив на ґрунт, його макро- і мікробіоту, люпин виконує функцію комплексного агроекологічного резерву, що сприяє збільшенню врожайності всіх культур сівозміни, що забезпечує позитивну середоутворювальну дію на ризосферну зону наступних видів рослин.

Види люпину розрізняються за специфічністю вимог до реакції ґрунтового розчину та вмісту обмінних катіонів Са та Мд. Так, загальновідома здатність жовтого люпину до проростання на кислих піщаних ґрунтах і негативне ставлення до надлишку кальцію, тоді як вузьколистий люпин краще вдається більш родючих слабокислих ґрунтах.

Аналіз 14-річної динаміки стану ґрунтового поглинаючого комплексу в сівозмінах з люпином⁷³⁸ чітко виявив агрогенні зміни, що відбулися в ньому. Порівняно з початком дослідження, збільшилася прихована гідролітична кислотність ґрунту. Більше значне підкислення середовища було притаманно сівозмін з низькою часткою люпину (20 %), де гідролітична кислотність достовірно зросла на 0,28...0,45 мг-екв/100 р ґрунту (табл. 2.22–2.23). А при заоранні цієї культури як сидерат зафіксовано її зменшення в середньому по фонах на 0,26 мг-екв на 100 г ґрунту.

Тенденція до зниження обмінної кислотності (pH_{KCl}) на 0,1 одиницю відзначена тільки в сидеральній сівозміні. У той самий час слід зазначити, що за наявності у структурі посівних площ 20...50 % люпину, оброблюваного насіння, її збільшення відбувається дуже повільно, що стримує вплив цієї культури щодо підкислення ґрунту в орному шарі.

Одночасно незалежно від умов мінерального живлення відзначаються втрати поглинених основ, як і абсолютних, і відносних величинах. У зернових сівозмінах у контролі їхня сума зменшилася на 1,42...2,11 мг-екв/100 г ґрунту, на удобрених фонах – на 1,58... 1,97 мг-екв. Найменші втрати основ характерні для сидерального сівозміни, що опосередковано вказує на збільшення буферності ґрунту при заоранні зеленої маси люпину.

⁷³⁷ Прянишников Д.Н. Избр. Соч. Т.2. М.:Колос, 1965. 492 с.

⁷³⁸ Чекмарев П.А., Артюхов А.И., Юмашев Н.П., Яговенко Л.Л. Роль люпина в формировании плодородия почвы. остижения науки и техники АПК. 2011. № 10. С. 17-20.

Таблиця 2.22

Зміна фізико-хімічних властивостей орного шару сірого лісового ґрунту в сівозмінах із люпином за період 1988–2003 рр.⁷³⁹

Варіант	Фон удобрення, кг/га д.р.	$P_{ксл}$	Н	Σ	Ca ²⁺	Mд ^{2,+}	V, %
До початку досліду		5,9	2,00	18,87	13,8	3,6	90
В сівозміні з часткою люпина, %:							
50	Контроль	5,8	1,93	17,45	12,9	3,0	90
	K ₅₁	5,8	1,97	17,03	12,8	2,9	90
	N ₄₇ P ₃₁ K ₅₇	5,8	2,20	16,98	12,8	3,0	88
28	Контроль	5,9	1,92	17,24	12,9	3,0	90
	K ₈₁	5,8	2,18	17,51	13,4	3,2	89
	N ₇₀ P ₃₈ K ₇₅	5,8	2,47	17,35	12,8	3,2	87
20	Контроль	5,8	2,45	16,76	12,2	3,0	87
	K ₈₄	5,8	2,28	17,52	12,2	3,0	88
	N ₇₇ P ₃₈ K ₈₁	5,8	2,33	17,57	12,6	3,2	88
40	Контроль	6,0	1,64	17,20	12,8	2,9	91
	K ₁₈	6,0	1,62	17,20	13,6	3,0	91
	N ₄₅ P ₃₀ K ₄₁	6,0	1,84	18,00	13,6	3,1	90
НІР ₀₅		$F_{\phi} < F_{05}$	0,21	1,40	0,8	$F_{\phi} < F_{05}$	

У складі обмінних катіонів збільшилася частка кальцію та калію при зниженні частки магнію. Так, у сидеральній сівозміні, відносна частка кальцію в ЕКО зростає, порівняно з вихідною величиною цього показника, на 12%, калію – на 12,6%, а магнію – знизилася на 10%. Це призвело до розширення співвідношення між Са та Мд з 3,7:1 до 4,1...4,3:1.

За 14 років у ґрунті сівозмін відбулася значна елімінація водорозчинної органічної речовини. Зміна величини цього показника не залежала від ступеня насичення сівозмін люпином. Внесення мінеральних добрив також не призвело до збільшення вмісту водорозчинної органічної речовини порівняно з контролем, як цього можна було очікувати.

У сівозмінах з високою насиченістю зерновими культурами (20 і 28 % люпину) діапазон зміни вмісту гумусу порівняно з початком досвіду не перевищував $\pm 0,03...0,07$ % (табл. 2.23). Зростання величини цього показника в сівозміні з сидеральною паром (40 % люпину) також мало характер тенденції, але було вищим (+0,13...0,19 %). Частка видобутої частини гумусу змінювалася від 53 до 68%, а негідролізованого залишку – від 32 до 47%. Відсутність

⁷³⁹ Чекмарев П.А., Артюхов А.И., Юмашев Н.П., Яговенко Л.Л. Роль люпина в формуванні плодороддя ґрунту. остиження науки и техники АПК. 2011. № 10. С. 17-20.

значних зрушень у гумусному стані ґрунту в часі при заоранні зеленого добрива та соломи констатували й інші дослідники^{740 741}.

Таблиця 2.23

Зміна групового складу гумусу орного шару сірого лісового ґрунту в сівозмінах з люпином (за період 1988–2003 рр.)⁷⁴²

Варіант	Фон удобрення, кг/га д.р.	Гумус, %	ГК % С до ґрунту	ФК % С до ґрунту	НО % С до ґрунту	Ступінь гуміфікації, %	С _{ГК} :С _{ФК}
До початку досліджу		2,86	0,51	0,39	0,76	30,7	1,31
В сівозміні з часткою люпину, %:							
20	Контроль	2,83	0,46	0,46	0,72	28,0	1,00
	К ₈₄	2,85	0,47	0,46	0,72	28,5	1,02
	N ₇₇ P ₃₈ K ₈₁	2,89	0,47	0,46	0,74	28,1	1,02
28	Контроль	2,86	0,57	0,56	0,53	34,3	1,02
	К ₈₁	2,87	0,58	0,58	0,50	35,9	1,00
	N ₇₀ P ₃₈ K ₇₅	2,93	0,60	0,50	0,55	35,3	1,10
40	Контроль	2,99	0,59	0,51	0,63	34,1	1,15
	К ₁₈	3,00	0,61	0,53	0,60	35,0	1,15
	N ₄₅ P ₃₀ K ₄₁	3,05	0,60	0,53	0,64	33,9	1,13
НІР ₀₅		0,20	0,13	0,15			

Сума фракцій гумінових кислот щодо вихідної величини в сівозмінах із заоранням сидерату та корнестерневих залишків (40 і 28% люпину) зросла на 12...13%, а в зерновому з 20% люпину знизилася на 8...13%. У той самий час сумарний вміст фульво–кислот істотно збільшилося переважають у всіх сівозмінах на 19...48 %. Найменша їхня частка у складі гумусу характерна для сидеральної сівозміни. При цьому поданим⁷⁴³, фульвокислоти беруть участь в агрегатоутворенні, підвищуючи водоміцність структурних елементів.

В результаті відбулося помітне звуження відношення С_{ГК}:С_{ФК} з 1,31 до 1,0...1,02, тобто до нижньої межі, що характеризує тип гумусу, як фульватно–гуматний. Найбільш широке відношення С_{ГК}:С_{ФК} (1,13...1,15), а також більш

⁷⁴⁰ Высоцкая П. Н. Влияние торфа и люпина на содержание и фракционный состав гумуса и азота в нем на дерново-подзолистой почве. Роль азота в земледелии дерново-подзолистых почв: Научные труды. Почвенный институт имени В. В. Докучаева. М.: Колос, 1974. С. 126-145.

⁷⁴¹ Надёжкин С. М., Корягин Ю.В., Лебедева Т. Б. Гумусное содержание чернозема выщелоченного при сидерации. Агро-химия. 1998. №4. С. 29-34.

⁷⁴² Чекмарев П.А., Артюхов А.И., Юмашев Н.П., Яговенко Л.Л. Роль люпина в формировании плодородия почвы. остижения науки и техники АПК. 2011. № 10. С. 17-20.

⁷⁴³ Золотарева Б.Н. Влияние органических удобрений на плодородие старопашотной серой лесной почвы. Агрехимия. 2006. №9. С. 13-23.

високий ступінь гуміфікації органічної речовини (34...35%) встановлено у сівозміні з люпином на сидерацію.

Вміст загального вуглецю в ґрунті в сівозмінах з люпином залишається на початковому рівні і через 14 років, а при заорюванні сидерату в паровому полі спостерігається тенденція до його збільшення на 0,08...0,12% (табл. 2.24).

Таблиця 2.24

Зміна азотного режиму сірого лісового ґрунту в сівозмінах з люпином (0...20 см)⁷⁴⁴

Варіант	Фон удобрення	Валові форми, %		C:N	Легкогідро- лізований азот		Мінеральний азот	
		С	N		мг/ 100 г	% к N _{заг}	мг/ 100 г	% к N _{заг}
До початку дослідю		1,65	0,148	11,1	19,1	1,29	12,8	0,86
В сівозміні з часткою люпину, %:		1,62	0,134	12,1	12,8	0,95	9,5	0,71
50	0	1,61	0,139	11,6	13,0	0,94	9,7	0,71
	PK	1,61	0,137	11,7	13,5	0,98	11,3	0,82
	NPK	1,61	0,137	11,7	12,8	0,93	11,1	0,81
20	0	1,64	0,140	11,7	13,7	0,98	10,1	0,72
	PK	1,65	0,138	12,0	14,2	1,03	10,0	0,72
	NPK	1,67	0,140	11,9	13,4	0,96	10,7	0,76
28	0	1,66	0,142	11,7	13,3	0,94	8,3	0,58
	PK	1,66	0,142	11,7	13,9	0,98	8,4	0,59
	NPK	1,70	0,150	11,3	13,6	0,91	9,5	0,63
40	0	1,73	0,148	11,7	14,3	0,97	9,5	0,64
	PK	1,74	0,150	11,6	14,1	0,94	10,2	0,68
	NPK	1,77	0,158	11,2	14,7	0,93	10,5	0,66

У 2-х та 5-пільних зернових сівозмінах з одним полем люпину, а також у сівозміні із зайнятою паром відзначається тенденція до зниження вмісту загального азоту, щодо вихідної кількості. При заорюванні люпину на сидерацію воно стабілізується на початковому рівні.

Незалежно від умов мінерального живлення в усіх сівозмінах встановлено достовірне зниження абсолютного вмісту азоту, що легко гідролізується, на 22...33 %, суми мінерального азоту – на 16...23 %, а також відносної його наявності в загальному азоті. Відомо, що при надходженні в ґрунт легкогідролізованих рослинних залишків, особливо з вузьким співвідношенням C:N, як у люпину, посилюються процеси мінералізації, внаслідок чого змінюючи ється фракційний склад азоту з переважним накопиченням мінеральних форм. У цьому зростає небезпека газоподібних втрат азоту у процесі денітрифікації, і навіть втрати нітратів. Причому нітратний азот бере

⁷⁴⁴ Чекмарев П.А., Артюхов А.И., Юмашев Н.П., Яговенко Л.Л. Роль люпина в формуванні плодородія ґрунту. остиження науки и техники АПК. 2011. № 10. С. 17-20.

активну участь у живленні рослин, нівелюючи, таким чином, розрахунковий дефіцит азоту. Застосування азотних добрив у сівозмінах, що вивчаються, не компенсувало витрати азоту на формування врожаю, що також сприяло зниженню вмісту його легкогідролізованих форм у ґрунті.

Розрахунок балансу азоту показав, що у всіх сівозмінах він був дефіцитним. На тлі природної родючості ґрунту брак цього елемента в середньому за рік варіював від 36,5 до 102,5 кг/га, на тлі РК – від 45 до 60 кг, при внесенні повного мінерального добрива – від 3 до 36 кг/га. Найбільш сприятливий баланс відзначений у сівозміні із заоранням сидерату. Найгірші результати зафіксовано у зернових сівозмінах, де винос азоту з урожаєм заповнювався лише на 36...68 %. Надходження біологічного азоту з сидератом за 14 років досвіду склало 35,5 кг/га на рік, а з пожнивно-кореневими залишками у зайнятій парі – 12,6 кг/га. Загалом висока продуктивність сівозмін з люпином на сірих лісових ґрунтах (4 т/га зерн. од.) можлива при додатковому внесенні 45...70 кг/га мінерального азоту.

Пряма і непряма дія азотних добрив обумовлена як безпосередньою участю азоту у формуванні врожаю, так і впливом на його додаткову мобілізацію з ґрунту. Те саме стосується і зелених добрив. Ґрунт, як система, що саморегулюється, прагне до певної динамічної рівноваги вмісту гумусу і азоту, тому природна реакція на їх зміну – активізація.

Той факт, що загальний цикл азоту ґрунту включає і автотрофну частину, тобто утворення азотовмісних сполук рослинами-симбіонтами, у нашому випадку люпином, дозволяє припустити, що при мінералізації його рослинних залишків, збагачених азотом, має місце мобілізація додаткового азоту з гетероциклічних ґрунтових важкорозчинних з'єднань. Додатковий мінералізований азот має біологічну природу, а люпин виступає у ролі енергетичного каталізатора. Оптимальний рівень вмісту рухомих фосфатів у сірому лісовому ґрунті для польових культур знаходиться в інтервалі 15...20 мг/100 г ґрунту у солянокислій витяжці. Аналіз ґрунтових зразків за методом Гінзбург-Лебедевої дозволив простежити за змінами у групі мінеральних фосфатів ґрунту у сівозмінах з різною часткою люпину. До закладання досвіду основна їх частина в орному шарі сірого лісового ґрунту була представлена фосфатами оксидів півтора, частка яких у сумі фракцій досягала 55,4 % (табл. 2.25). Частка ортофосфатів кальцію різної основності становила 44,6% з невеликою перевагою перших більш розчинних груп. В абсолютному вираженні сума $\text{Ca} - \text{P} + \text{Ca} - \text{P}_2$ дорівнювала 19,6 мг/100 г ґрунту, що вказує на оптимальний рівень забезпеченості доступним фосфором. Сума фракцій мінеральних фосфатів становила 83,2 мг P_2O_5 на 100 г ґрунту.

За роки досліджень відбувся частковий перерозподіл між фракціями мінеральних фосфатів, причому більш чітко зміни помітні у фракціях ортофосфатів кальцію. Так, при 20% люпину спостерігалася слабка тенденція до накопичення легкогідролізованих фосфатів $\text{Ca} - \text{P}_p$, а при 40% їх вміст у орному шарі більшою мірою підтримувалося на початковому рівні.

Кількість важкодоступних фосфатів кальцію (Ca – P₃) за 14 років змінилася незначно, хоча в цілому відзначається тенденція до їх накопичення за варіантами насичення сівозміни люпином на рівні 2,1...5,8 %. В умовах Центрального Чорнозем'я використання люпину білого як сидерату (10 т/га абсолютно сухої речовини) забезпечило збільшення продуктивності 1 га сівозмінної площі, порівняно з варіантом з чистим паром (контроль), на 53,7 %, рН_{ккл} до кінця ротації збільшилася з 5,25 до 5,29, Нг – знизилася з 5,7 до 5,5 мг-екв/100 г ґрунту. Одночасно запаси мінерального азоту у метровому шарі зросли з 91,2 до 126 кг/га.

Таблиця 2.25

Вміст та фракційний склад мінеральних фосфатів, мг/100 г ґрунту
(шар 0...20 см)⁷⁴⁵

Варіант	Фон удобрення	Фракція						Фосфор по Кірсанову
		Ca-P, Ca-P ₂	Al-P	Fe-P	Ca-P ₃	сума		
До початку дослідю								
В сівозміні з часткою люпину, %:								
	0	9,9	9,7	22,0	24,1	17,5	83,2	31,0
50	0	9,0	10,2	23,3	22,1	20,3	84,9	26,4
	PK	9,7	10,1	22,1	23,4	20,7	86,0	27,4
	НРК	9,2	7,0	21,0	20,4	20,4	78,0	23,6
20	0	10,8	9,4	22,1	22,6	16,5	81,4	25,0
	PK	10,6	8,7	22,0	22,8	17,6	81,7	25,8
	НРК	11,5	8,9	24,6	24,5	18,2	87,7	25,3
28	0	9,4	9,8	23,3	23,3	21,3	87,1	25,7
	PK	8,6	8,1	23,4	23,3	19,6	83,0	25,4
	НРК	10,2	9,4	24,8	22,0	20,5	86,9	27,7
40	0	8,0	8,1	20,1	22,4	21,2	79,8	23,8
	PK	8,5	8,8	19,8	23,8	21,3	82,2	24,6
	НРК	8,5	8,6	21,7	24,0	23,0	85,8	24,9

Автром дослідження⁷⁴⁶ узагальнено, що вирощування люпину на сірих лісових і чорноземних ґрунтах, особливо при використанні його як сидерату, покращує не лише кількісні, а й якісні характеристики ґрунтового-поглинаючого комплексу: якість гумусу, вміст і ступінь рухливості доступних поживних речовин, кислотність та суму обмінних катіонів.

На сірому лісовому ґрунті при частці люпину у структурі посівних площ щонайменше 40 % вміст елементів живлення в орному шарі підтримується на початковому рівні більшою мірою, ніж за 20...28 %.

⁷⁴⁵ Чекмарев П.А., Артюхов А.И., Юмашев Н.П., Яговенко Л.Л. Роль люпина в формировании плодородия почвы. остижения науки и техники АПК. 2011. № 10. С. 17-20.

⁷⁴⁶ Чекмарев П.А., Артюхов А.И., Юмашев Н.П., Яговенко Л.Л. Роль люпина в формировании плодородия почвы. остижения науки и техники АПК. 2011. № 10. С. 17-20.

Разом з тим, сильні корені рослини – активний розпушувач, що глибоко проникає в ґрунт. Паралельно вони насичують азотистими бактеріями ґрунт навколо себе. Люпин здатний накопичувати у землі майже 200 кілограмів азоту на один гектар.

Люпин насичує ґрунт азотом. Люпин має надзвичайно потужну кореневу систему. Своїм корінням, на якому розвиваються «бульбочки», що накопичують в собі азот, він, в прямому значенні слів, розпушує ґрунт і буквально годує його азотом.

Люпин розкислює ґрунт. Досвідчені городники і садівники вважають люпин ідеальним сидератом для бідних ґрунтів (піщаних і, так званих, «пустих»), які мають підвищену кислотність. Правда, люпин і сам не любить дуже кислий ґрунт. Але, якщо земля має помірно кислу реакцію, використання люпину для її розкислення – хай не дуже швидкий, але недорогий і дієвий метод.

Алкалоїди, які входять до складу біомаси люпину, після його скошення і перегнивання в ґрунті, дуже сприяють його розкисленню. При тривалому використанні люпину-сидерату на одній і тій самій ділянці, її земля набуває лужної реакції.

Люпин пригнічує активність дротяників в ґрунті. Помічено, що люпин, за рахунок тих самих своїх алкалоїдів, пригнічує активність дротяників в ґрунті. Ці шкідники завдають багато клопоту городникам, які час від часу змушені використовувати потужні хімікати для боротьби з ними.

Вирощуючи люпин на одному місці постійно, за кілька сезонів ви гарантовано позбавитеся дротяників на цій ділянці. Люпин збільшує врожай культурних рослин. Вся зелена маса люпину після його вирощування, як сидерата, «зароблюється» в землю. З часом вона перегниває і перетворюється на чудове зелене добриво, значно підвищуючи рівень азоту в ґрунті. Звичайно, рослини, які вирощуються після люпину-сидерату, з вдячністю відгукуються на такі умови помітним збільшенням врожаю.

Як сидерати використовують лише однорічні люпини. І цьому є логічне пояснення. По-перше, однорічні люпини значно швидше ростуть і, відповідно, так само швидше накопичують азотофіксуючі бактерії в бульбочках на своїх коренях та зелену масу.

По-друге, багаторічні люпини з кожним роком нарощують своє потужне коріння і з часом можуть самі перетворитися на бур'ян, позбавитися від якого можна буде тільки використовуючи важку сільськогосподарську техніку.

Зазвичай як сидерат вирощують наступні види однорічного люпину:

- Люпин білий;
- Люпин вузьколистий (синій);
- Люпин жовтий.

Люпин саджають із настанням весни, рядним способом. Крупного насіння на один квадратний метр знадобиться штук п'ять. Через 5–7 тижнів бадилля необхідно заорати в землю. Навіть якщо рослина зацвіла, це не «смертельно»,

головне не довести до утворення насіння – на цій стадії стебло стає жорстким, практично не розкладається у ґрунті.

Рослина має стрижневу кореневу систему, яка розташовується глибоко в землі, і більшу частину живлення отримує з нижніх шарів, при цьому, не виснажуючи верхній шар. А біогумус, що утворюється внаслідок розкладання надземних частин люпину, у перерахунку на квадратний метр відповідає внесенню 4 кілограм гною.

Щодо того, коли косити люпин, то тут є один важливий момент. Якщо запізнитися з цим і дати люпину утворити темні стручки бобів, то краще всю масу скосити і закласти в компост. Бо стебла люпину у зрілому віці робляться такими твердими, що будуть занадто довго перегнивати в ґрунті.

Люпин – ідеальний попередник практично для всіх овочевих культур. Не доцільно висівати після люпину лише бобові через те, що у сидерата люпину і бобових спільні шкідники.

Рослина відноситься до скоростиглих і набирає повний обсяг зеленої маси за 50–55 днів. У цей час проводять скошування зеленої маси, яку можна або відразу закласти в ґрунт, або залишити на ділянці до весни, зробивши оранку після танення снігу. Заорювання, звичайно, не обов'язкова – можна залишити зелень на поверхні, її і так прекрасно перероблять мікроби і дощові черв'яки.

Відповідно до проведених досліджень, люпин дає близько 60 т / га зеленої маси. Така кількість зелені при розкладанні в ґрунті збагачує його біогумусом в кількості до 3 т. Що залишилася в землі після зрізання верхньої частини рослин коренева система розкладається і насичує її цінними речовинами.

Безумовно, люпин одним з перших приходять в голову, тільки-но мова заходить про сидератів. Але далеко не кожен готовий вибрати в якості помічника саме його. Швидше за все, причина криється в умінні люпину відмінно вкорінюватися на обраному місці (коріння сягає майже на двометрову глибину) і його живучості. Однак, якщо уважно придивитися до його переваг⁷⁴⁷:

1. Коріння і справді йдуть вглиб віків (на 1,5–2 метри), що дозволяє рослині поглинати моногідрофосфати (мінеральні добрива) і піднімати їх вище, доставляючи в верхні шари ґрунту. При цьому запаси поживних речовин в дерново шарі залишаються недоторканими, тобто ґрунт люпин не збіднює.

2. Люпин відмінно розпушує ґрунт, постачає її киснем, а це – хороший заставу здорового росту і розвитку овочевих і плодкових культур, посаджених після люпину.

3. Особливо добре помітний ефект від вирощування люпину на кислих і бідних ґрунтах, а також супісках. Більшість сортів люпину містить алкалоїди, завдяки яким кислий ґрунт поступово перетворюється в лужну.

⁷⁴⁷ Сидерати люпин білий які культури можна вирощувати разом. URL: <https://zhurnal.biz.ua/siderati-ljupin-bilij-jaki-kulturi-mozhna/>.

4. Люпин дуже швидко росте і показує високу врожайність (це стосується зеленої маси). Максимальний результат можна отримати вже через півтора місяці після посіву.

5. Невибагливість люпину і його вміння виживати у важких умовах не гірше багатьох бур'янів дозволяють використовувати рослину за принципом «посадив – скошив» без серйозного догляду.

Люпин не тільки розпушує і у всіх сенсах освіжає ґрунт, але ще й робить її більш здоровим. Все завдяки люпініну, який не дає спокійного життя шкідливої бактеріальної флори і доводиться не до смаку дротяники, спішно покидає місця зростання люпину.

Посіви люпину на зелене добриво площею 1 га може забезпечити азотним живленням 4–5 наступних високих урожаїв зернових культур, чи 3–4 врожаї картоплі й інших високовимогливих до азоту тенічних культур.

Численними дослідженнями доведено, що різні способи використання люпинів як сидератів під картоплю забезпечують урожайність 160–180 ц/га бульб, що практично прирівнюється до ефективності 30 тонн/га якісних торфогнойових компостів.

Крім цього, цінною властивістю люпину як зеленого добрива є те, що, проникаючи у ґрунт до 1,5 м і більше, його коренева система поглинає з ґрунту раніше вимиті з орного шару калій й інші макро- та мікроелементи й повертає їх у кореневмісний горизонт, оберігаючи ґрунтові води від забруднення.

Завдяки цьому люпин, як жодна інша культура, може обходитися без добрив, що дає йому значні переваги перед іншими культурами.

Вважається, що люпин – це просто ідеальна сидеральна культура для ґрунтів, які бідні поживними речовинами та володіють підвищеною кислотністю.

На поточний момент відомо близько двох сотень видів люпину, проте в нашій країні в якості сидератів вирощують всього чотири види (три з них – однорічні).

Крім збереження біомаси, люпин збирає в ґрунті ідеальний за ступенем доступності азот, причому в таких кількостях, що іноді додаткового внесення цього елемента зовсім і не потрібно.

Додатково повідомляється⁷⁴⁸, що маючи добре розвинену кореневу систему (на 2 м і більше), яка здатна активно засвоювати з ґрунту важкорозчинні сполуки елементів живлення, а також завдяки активній діяльності бульбочкових бактерій люпин дає урожай зеленої маси до 350 ц/га і більше. Він є найкращим азотфіксатором з усіх зернобобових культур. На одному гектарі люпинового поля нагромаджується до 200 кг і більше симбіотичного азоту. Це рівнозначно 40–45 т/га гною, або 5 ц аміачної селітри. У ґрунті залишається до 10 т органічної речовини, 30 кг фосфору, 50 кг калію. Азот зеленої маси люпину, що використовується на сидеральне добриво, а також кореневі і рослинні рештки поступово мінералізуються і практично не

⁷⁴⁸ Сидеральні культури. Практичні рекомендації / Антоненко С.С., Антоненко А.С., Писаренко В.М. [та ін.]. Полтава: РВВ ПДАА, 2011. 31 с.

вимиваються. Це повільнорозчинне азотне добриво. Симбіотичний азот люпину є легкодоступним, екологічно чистим і найдешевшим з усіх видів добрив. Люпин переміщує з нижніх шарів ґрунту у верхні фосфор, калій, кальцій та інші мінеральні елементи, які могли бути втраченими назавжди для інших культур.

Люпин висівають у паровому полі навесні одночасно або слідом за ранніми зерновими культурами, а післяжнивний та післяукісний – одразу після збирання попередньої культури. Глибина загортання насіння – не глибше 3–4 см (насіння люпину під час проростання виносить на поверхню сім'ядолі). Найпоширеніший спосіб сівби – звичайний рядковий. На забур'яненних полях та ущільнених ґрунтах застосовують широкорядний спосіб з шириною міжрядь 45 см. Норми висіву при звичайній рядковій сівбі: жовтого люпину – 1,2–1,3 млн. насінин на 1 га (160–180 кг/га); синього – 1,1–1,2 млн. (180–200 кг/га); білого – 0,8–1 млн. (220–240 кг/га). При широкорядному способі сівби норму висіву зменшують до 0,5–0,6 млн. і висівають 80–100 кг/га (жовтого і синього); білого – теж 0,5–0,6 млн. (100–120 кг/га). Заробляють люпин на сидерат у фазі утворення бобів, оскільки в цей час у ньому нагромаджується максимальна кількість азоту. У цю фазу при оптимальних умовах вирощування нагромаджується 200–350 ц/га і більше зеленої маси люпину, яка містить від 100 до 200 кг/га і більше азоту. При післяукісному посіві люпин висівають після скошування попередньої культури на зелений корм. Підсівні посіви характеризуються тим, що люпин підсівають навесні під основну культуру. Після збирання врожаю основної культури люпин починає інтенсивно рости і нагромаджувати зелену масу, яка і використовується для удобрення. Після дискування кормового люпину на сидерат у фазі початку цвітіння або бутонізації, за сприятливих умов зволоження, надземна маса може відрости і її використовують знову як зелене добриво. Окремо слід сказати про технологію вирощування люпину багаторічного. Ця культура, як сидерат, не має собі конкурента: це найкращий азотфіксатор, тільки на одній рослині формується 600–700 бульбочок. Урожайність зеленої маси за 2–3 укоси – 600–800 ц/га. Багаторічний люпин сіють під покрив жита озимого (рідше пшениці озимої). Кращий строк сівби – підзимовий (в кінці листопада). Можна сіяти також і рано навесні, підсіваючи його в ярі зернові. Висівають його на зелене добриво рядковим способом – 40–50 кг/га (1,0–1,2 млн.). Глибина сівби – 2–3 см. Дискування на зелене добриво необхідно проводити в період цвітіння–зав'язування бобів.⁷⁴⁹

Жовтий кормовий люпин теж добре росте на легких піщаних і супіщаних ґрунтах. Білий кормовий люпин більш теплолюбний і посухостійкий, вимагає зв'язних і родючих земель; для нього придатні сірі опідзолені ґрунти, супіщані та середньосуглинкові вилуговані чорноземи Лісостепу. Люпин – культура вологолюбна, особливо на початку свого росту і розвитку, а також під час цвітіння і утворення блискучих бобів, що пояснюється його біологічними

⁷⁴⁹ Сидеральні культури. Практичні рекомендації / Антоненко С.С., Антоненко А.С., Писаренко В.М. [та ін.]. Полтава: РВВ ПДАА, 2011. 31 с.

особливостями. Для набухання насіння люпину при проростанні потрібно 120–140 % води від маси насіння. Підвищена потреба цієї культури у волозі пояснюється ще й тим, що на її корінні розвиваються бульбочкові бактерії, які є споживачами води і добре ростуть і засвоюють азот повітря тільки при оптимальній вологості ґрунту (75–80 % від ПВ). Молоді рослини люпину надзвичайно чутливі до понижених температур. Сходи жовтого кормового люпину гинуть при температурі – 5 °С, а білого при – 4 °С. Найбільше пошкоджують люпин весняні заморозки під час появи сім'ядольних листочків на поверхні ґрунту.

Вирощують однорічний люпин як в чистому вигляді, так і в змішаних посівах. Заорювати його краще під час утворення блискучих бобів на головному стеблі. Саме до цього часу люпин накопичує максимальну кількість азоту. При більш пізньому заорюванні удобрювальна ефективність сидерату зменшується.

Багаторічний люпин (*Lupinus polyphyllus*) (рисунок 2.14). Має потужну кореневу систему, яка в перший рік життя проникає в ґрунт на глибину 70–80 см і значно перевищує за масою кореневу систему однорічних люпинів. У наступні роки життя довжина коріння досягає 1,5–2,0 м і більше, але в орному шарі ґрунту зосереджено понад 80 % його маси. Біля 7 % цієї маси приходить на бульбочки. Маса коренів багаторічного люпину на третьому році життя досягає 95–105 % маси всієї рослини (стебел і листя). Загальна маса коренів цього виду люпину може досягти 35–36 т/га, основна частина яких зосереджена в орному шарі ґрунту. На кореневій системі однієї рослини утворюється до 700 бульбочок (бульбочкові бактерії).



Рисунок 2.14 – Рослина люпину багаторічного⁷⁵⁰

⁷⁵⁰ Люпин Багаторічний (Lupinus Perennis). URL: <https://www.herbal-organic.com/uk/herb/19632>.

Зазначається⁷⁵¹, що саме цими властивостями багаторічного люпину – глибоко проникаючою і потужною кореневою системою і активною азотофіксуючою діяльністю його бульбочкових бактерій пояснюється висока ефективність біологічної меліорації земель та інтенсивність біохімічних процесів в підвищенні родючості ґрунту після посіву цієї культури. Багаторічний люпин може рости на одному місці без пересіву 10–12 років і навіть більше. Це вологолюбна рослина, йому необхідно значно більше вологи в ґрунті, ніж багатьом іншим культурам. Оптимальна вологість для всіх видів люпину, при якій краще всього розвиваються бульбочкові бактерії, складає 65–80 % від повної вологоємності ґрунту. У зв'язку із здатністю багаторічного люпину використовувати вологу з підґрунтових шарів ґрунту, він легко витримує короточасні посухи. У багаторічного люпину більш високий коефіцієнт використання фотосинтетичної активної радіації, ніж у багатьох інших сільськогосподарських культур. У порівнянні з іншими видами люпинів багаторічний менш вимогливий до тепла. За даними Поліської дослідної станції за період від посіву до утворення сизих бобиків необхідна така кількість тепла, що визначається сумою активних температур: для вузьколистого – 1400, жовтого – 1800, білого – 1600, а багаторічного – 1000 °С. Насіння люпину багаторічного починає проростати, при прогріванні ґрунту до 5–6 °С. Але сходи його можуть переносити заморозки до мінус 8–9 °С, тобто значно краще витримують низькі температури ніж сходи однорічних люпинів. Під покривом снігу йому не шкодить зниження температури до –40 °С. Зелена маса цієї культури нарощується і в прохолодну вологу погоду. Багаторічний люпин може розвиватися за сильнокислої реакції ґрунту при рНсол. 3,1–4,5. Подальше підвищення кислотності ґрунту сильно знижує урожай, а інколи призводить до повної загибелі посівів. На карбонатних ґрунтах люпин уражується хлорозом. Це пов'язано з тим, що високий вміст кальцію в ґрунті, при якому більшість бобових культур розвиваються добре, у люпинів порушує взаємозв'язок і координацію функцій окремих його органів, що призводить до фізіологічного розладу процесу утворення хлорофілу. Найбільшу кількість зеленої маси багаторічний люпин при вирощуванні без добрив утворює на третій – четвертий рік життя. Під посів багаторічного люпину відводять позасівозмінні ділянки, схили, міжряддя в плодових садах та лісових посадках. На цих ділянках люпини інколи залишають на 6–8 років і більше, використовуючи його укісну масу на удобрення сусідніх полів або для внесення в пристовбурні смуги у садах.

Відмічається⁷⁵², що люпин багатолістий (*Lupinus polyphyllus* L.), який часто називають люпином багаторічним, належить до рослин з величезним

⁷⁵¹ Органічні добрива: навчальний посібник (для студентів напряму підготовки 201 «Агрономія») / С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький [та ін.]. Житомир: Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 200 с.

⁷⁵² Фітомеліоративний потенціал люпину багатолістого (*Lupinus polyphyllus*) [Електронний ресурс] / В. Я. Іванюк, О. Й. Качмар, О. В. Вавринович. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2015. Вип. 58(2). С. 63-70.

потенціалом для сидерації, фітомеліорації, протиерозійного захисту схилених земель. *Lupinus polyphyllus* характеризується високою стійкістю до кислотності ґрунту, задовільно розвивається, утворюючи бульбочки, фіксує азот повітря навіть при рН 3,8. За такої кислотності не засвоює азот повітря жодна бобова культура. Найкраще росте за кислотності ґрунту 4,5–6,5. На нейтральних і слабколужних ґрунтах бульбочки на корені не утворюються, що визначає ареал цього виду люпину. До ґрунтів люпин не вимогливий, добре росте на бідних на поживні речовини супіщаних ґрунтах. Досить холодостійкий та зимостійкий. Добре переносить суворі зими до мінус 30–40 °С. Середня тривалість життя однієї рослини 6–7 років на суглинкових і 4–5 років на піщаних ґрунтах. Зріджування посівів починається з 4–5 року життя, але воно компенсується більш потужним розвитком рослин, які залишилися, і появою нових рослин з осипаного насіння⁷⁵³. Люпин швидко відростає після скошування і може давати декілька укосів зеленої маси за вегетацію. Сира маса цієї рослини за вмістом сирого протеїну майже не поступається сирій масі конюшини, але в ній присутні алкалоїди (люпанін і гідроксилюпанін). Кормові сорти люпину містять не більш 0,01 % алкалоїдів на суху речовину, тому їх можна вважати практично безалкалоїдними і придатними для згодовування худобі. Однак безалкалоїдність сортів швидко втрачається, і безалкалоїдних кормових сортів у виробництві практично немає. Наразі виведено безалкалоїдні сорти люпину Вашингтон, Білоруський, Чернігівський⁷⁵⁴.

Lupinus polyphyllus походить з Північної Америки. Зазвичай росте вздовж струмків та річок, надаючи перевагу вологим, піщаним місцям. У 1826 р. шотландський біолог і ботанік Девід Дуглас завіз *Lupinus polyphyllus* у Англію, де його використовували як садову рослину. Уже в 1840 р. різні його форми пропонували розсадники і ботанічні сади. Активне розселення у Європі почалося у ХХ ст., коли вид стали використовувати з метою поліпшення і закріплення ґрунтів, а також на кормові цілі. Його впровадження в природні ценози Північної Європи пов'язано переважно з культивуванням рослини для стабілізації і підвищення родючості ґрунту. Це особливо характерно було для Півдня Норвегії, Балтійських країн, Польщі та Білорусії. Так, у Польщі вид вийшов з культури у 1950-ті роки. Нині *Lupinus polyphyllus* легко «дичавіє», особливо на легких, вологих ґрунтах⁷⁵⁵.

В Україні в природних умовах *Lupinus polyphyllus* вперше відзначено 1930 р. в Хмельницькій області, пізніше, після 1959 р., в Карпатах. Сьогодні він поширений вздовж доріг, на узліссях і перелогах Передкарпаття і Карпат. У Німеччині люпин інтродукований для поліпшення ґрунту і припинення його

⁷⁵³ Купцов Н. С. Люпин: генетика, селекція, гетерогенне посевы / Н. С. Купцов, И. П. Такунов. Брянск-Клинцы : Клинцовская городская типография, 2006. 576 с.

⁷⁵⁴ Виноградова Ю. К. Инвазионные виды растений семейства бобовых: люпин, галега, робиния, аморфа, карагана / Ю. К. Виноградова, А. Г. Куклина, Е. В. Ткачева. М. : АБФ, 2014. 303 с.

⁷⁵⁵ Виноградова Ю. К. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, Л. В. Хорун. М. : ГЕОС, 2010. 512 с.

засолення, особливо у гірських районах з малопродуктивними і кислими ґрунтами. До цих пір його використовують для укріплення відкритих ділянок після вирубки лісів та після будівельних дорожніх робіт. Люпин відомий у культурі понад 5 тисяч років. Спочатку він розповсюджувався як декоративна культура, потім – як зелене добриво, а згодом, після появи безалкалоїдних сортів, – як кормова високобілкова культура. В Україні вирощують 3 види люпину однорічного та один вид багаторічного. Основні площі займають сорти люпину жовтого (близько 92 %), люпину білого (близько 7 %) і менші – вузьколистого та багаторічного люпину (1 %) ⁷⁵⁶. В англійських країнах *Lupinus polyphyllus* називають «big laife» (великий листок). Він є чудовою лабораторією поглинання вуглекислого газу і ФАР з наступним переведенням їх у органічну речовину, а в кінцевому підсумку в стійку форму – гумус. Це особливо важливо за світової стурбованості щодо явища “парникового ефекту”, який на 60 % викликаний зростанням в атмосфері CO₂. Основна біологічна особливість *Lupinus* – його здатність добре рости і розвиватися на бідних на мінеральні речовини ґрунтах, утворюючи значну кількість вегетативної маси, придатної для використання на добриво. Особлива цінність останнього полягає в тому, що воно слугує джерелом дешевого і екологічно безпечного біологічного азоту. За умов нормального розвитку рослини володіють найвищою азотфіксацією серед однорічних бобових культур. Посіви люпину фіксують у середньому 160–180 кг/га атмосферного азоту, а при інокуляції насіння ефективними перспективними штамми бульбочкових бактерій за сприятливих ґрунтово-кліматичних умов – до 400 кг/га, що рівнозначно 0,5–1 т аміачної селітри ⁷⁵⁷.

За даними D. Scott ⁷⁵⁸, *Lupinus polyphyllus* на ґрунтах Нової Зеландії здатний фіксувати 150–223 кг/га атмосферного азоту за рік. Приорювання рослинної маси *Lupinus polyphyllus* збагачує ґрунт на 180–200 кг/га біологічним азотом та на 35–40 т/га органічними речовинами. Це рівноцінно внесенню у ґрунт 40–48 т/га гною ⁷⁵⁹.

Важливою особливістю *Lupinus polyphyllus* є засвоєння важкодоступних фосфатів, які є недоступні для більшості рослин. Адже відомо, що коефіцієнт використання фосфору в ґрунті надзвичайно низький, що зумовлено здатністю оксидів кальцію, заліза, алюмінію й інших елементів, а також колоїдальних глин зв'язувати й міцно втримувати фосфор. Рослини засвоюють лише 3–5 %

⁷⁵⁶ Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур / [В. В. Лихочвор та ін.]. Львів : Українські технології, 1999. 408 с.

⁷⁵⁷ Такунов И. П. Люпин в земледелии России / И. П. Такунов. Брянск: Придесенье, 1966. 372 с.

⁷⁵⁸ Agronomic potential of Russell lupin (*Lupinus polyphyllus* L.) as a legume for high country grazing systems [Електронний ресурс] / Т. Ryan-Salter, А. Black, D. Dick Lucas, D. Moot. – Режим доступу : <http://www.lincoln.ac.nz/PageFiles/23855/2013-07-10-Agronomicpotential-of-Russell-lupin.pdf>

⁷⁵⁹ Зінченко О. І. Рослинництво / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко. К. : Аграрна освіта, 2001. 591 с

від загальної кількості фосфору у ґрунті. На забезпечення рослин фосфором значно впливає мікориза (ендомікориза).

При інфікуванні ендомікоризними грибами бобових (люцерни, вики, конюшини, сої) спостерігається посилене надходження фосфору в рослини та активізація симбіотичної азотфіксації. У сівозміні зернові і бобові культури сприяють розвитку цих грибів (узагальнено їх називають везикулярно–арбускулярною мікоризою – ВАМ), збільшуючи кількість спор. Проте є дані, що люпин, а також гірчиця, редька олійна, ріпак негативно впливають на мікоризу і є імунними до ендоефітів. Ці культури зменшують кількість аборигенної мікоризи^{760 761}.

Люпин ідеально підходить для вирощування на бідних піщаних ґрунтах або ґрунтах з великою кількістю фосфору, який важкодоступний для більшості рослин, наприклад, кислих або лужних ґрунтах за умов поганого розвитку мікоризи. Ця його риса, можливо, частково пояснює роль *Lupinus* як піонера або інвазійного виду на малородючих ґрунтах⁷⁶².

В умовах Передкарпаття на середньозмитих ґрунтах за умов 20– річного вирощування *Lupinus polyphyllus* вміст гумусу, лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору й обмінного калію зростає порівняно до природного самозаростання схилу без люпину. Так, кількість азоту підвищувалася на 52–153 %, фосфору – на 34–94 % і калію – до 15 %. Особливо зростає рівень фосфору та азоту. У Лісостепу на сірих лісових ґрунтах найвищий вміст P₂O₅ на схилах північно–східної та південно–західної експозицій є при залуженні сумішкою люпину багаторічного та люпино–злакових трав – 11,6 та 14,6 мг/100 г ґрунту. Використання злакових трав для залуження спричинило зниження вмісту фосфору на 9–17 % (до 10,6 та 12,1 мг). На варіантах природного самозаростання вміст рухомого фосфору був найменший і становив лише 8,4 та 10,5 мг/кг⁷⁶³.

Як встановив О.А. Ковальчук⁷⁶⁴, люпин починає споживати фосфор на піщаних ґрунтах на початку вегетації, але посилено поглинає його в наступний, особливо в репродуктивний період. Для нормального процесу азотфіксації ґрунтовий розчин має містити розчинні форми фосфору, тому важливо враховувати вид фосфорних добрив, внесених під люпин на піщаних ґрунтах,

⁷⁶⁰ Зінченко О. І. Рослинництво / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко. К. : Аграрна освіта, 2001. 591 с.

⁷⁶¹ Lambers H. How a phosphorus-acquisition strategy based on carboxylate exudation powers the success and agronomic potential of lupines (*Lupinus*, Fabaceae) / H. Lambers, J. C. Clements, M. N. Nelson // *American Journal of Botany*. 2013. 100 (2). P. 263–288.

⁷⁶² Lambers H. How a phosphorus-acquisition strategy based on carboxylate exudation powers the success and agronomic potential of lupines (*Lupinus*, Fabaceae) / H. Lambers, J. C. Clements, M. N. Nelson. *American Journal of Botany*. 2013. 100 (2). P. 263–288.

⁷⁶³ Качмар О. Й. Фітомеліорація деградованих силових земель Передкарпаття / О. Й. Качмар, В. Я. Іванюк. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2009. Вип. 51 (I). С. 62–66.

⁷⁶⁴ Ковальчук О. А. Экологическое состояние Балтийской косы и биологические меры защиты ее от разрушения : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук : спец. 03.02.08 «Экология (биология)» / О. А. Ковальчук. Саратов, 2011. 20 с.

оскільки фосфорнокислі добрива посилюють свою позитивну дію на люпин при внесенні калійних добрив. Фосфор, як і азот, у міру росту рослин пересувається до кінця вегетації з коріння, стебел, листя в репродуктивні органи. У ризосфері люпину кількість мікроскопічних грибів знижується порівняно з паром на 10,0–3,7 тис. КУО/г сухого ґрунту. Це пов'язано з кількісним і якісним складом кореневих виділень рослин люпину. У фазі зеленого бобу кількість грибів у ризосфері рослин досліджуваних сортів зростала порівняно з фазою цвітіння. Можливо, мікроскопічні гриби ризосфери рослин сортів *Lupinus albus* і *Lupinus luteus* у період цвітіння піддаються фунгістатичній, а частково і фунгіцидній дії, яка може бути зумовлена розвитком бактерійантагоністів грибів або дією летких виділень рослин⁷⁶⁵. Таке явище розглядають як позитивне в алелопатичному плані, оскільки фунгістазис ґрунту гальмує розмноження і знижує чисельність фітотоксичних видів мікроскопічних грибів. *Lupinus polyphyllus* належить до інвазійних видів і має вплив на аборигенну флору. Виявлено, що у лісах, на узліссях, які заселяє люпин, перестають рости гриби, оскільки азотофіксуючі бактерії в 67 бульбочках люпину трансформують ґрунт, а надлишок азоту негативно впливає на мікоризу⁷⁶⁶. *Lupinus polyphyllus* має значний фітомеліоративний ефект у лісівництві. За вирощування сосни він формує значно більшу біомасу, ніж типові для цих ценозів трав'янисті рослини.

Позитивний його вплив на фотосинтезуючий апарат сосни достовірно проявляється уже на четвертий рік. Збагачення ґрунту азотом *Lupinus polyphyllus* сприяє достовірному збільшенню біометричних показників хвої сосни. Щодо рухомих форм калію та фосфору такого зв'язку не виявлено, що, очевидно, пов'язано з домінуючим поліпшенням азотного живлення рослин при використанні люпину⁷⁶⁷.

Зріджування культур сосни позитивно впливає на розвиток *Lupinus polyphyllus*, який, пригнічуючи інші види трав'янистої рослинності, різко (в 3–5 разів) збільшує свою масу, сприяючи послабленню дерново-підзолистого та посиленню дернового процесів, що поліпшує родючість ґрунту і збільшує запас деревини до 30-річного віку на 10–12 %⁷⁶⁸.

Однак *Lupinus polyphyllus* має позитивний вплив на ріст сосни звичайної при достатньому водопостачанні, в сухих умовах і за недостатньої кількості опадів він виступає як конкурент за вологу та елементи живлення. Довготривалими тридцятилітніми дослідженнями Т. Ryan-Salter встановлено

⁷⁶⁵ Головка Э. А. Микроорганизмы в аллелопатии высших растений.. К. : Наук. думка, 1984. 200 с.

⁷⁶⁶ Куклина А. Фитоинвазии: опасность и экологические последствия / А. Куклина, Ю. Виноградова. Наука и жизнь. 2015. № 5. С. 107–112.

⁷⁶⁷ Штукин С. С. Рост культур сосны плантационного типа с многолетним люпином. Лесоведение и лесное хозяйство : сб. науч. тр. / под ред. А. Д. Янушко. 1985. Вып. 20. С. 45–48.

⁷⁶⁸ Agronomic potential of Russell lupin (*Lupinus polyphyllus* L.) as a legume for high country grazing systems [Електронний ресурс] / Т. Ryan-Salter, A. Black, D. Dick Lucas, D. Moot. – Режим доступу : <http://www.lincoln.ac.nz/PageFiles/23855/2013-07-10-Agronomicpotential-of-Russell-lupin.pdf>.

ефективність вирощування *Lupinus polyphyllus* на розпушених ґрунтах, з низьким вмістом фосфору, в умовах з помірними або надмірними опадами. Скарифікація насіння приводить до підвищення його проростання. Інокуляція мікроорганізмами бажана, однак необов'язкова. Алкалоїди, які містяться в *Lupinus polyphyllus*, забезпечують ефективний його захист від пошкодження шкідниками⁷⁶⁹.

Відомо про високий протиерозійний ефект *Lupinus polyphyllus*. Дослідження, які ми провели в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН з використанням травосумішок на основі люпину багатолістого, переконливо доводять їх здатність до відновлення родючості еродованих схилів земель у західному регіоні України. Повітряно-суха маса коріння трав у шарі ґрунту 0–20 см становить понад 10 т/га. Найбільше кореневих решток залишається при залуженні люпино-злаковою травосумішкою (12–14 т/га), а за умови природного самозаростання схилів рослини формують лише 7–8 т/га коріння. Багаторічний люпин сприяв посиленню росту злакових трав, які мали темно-зелене забарвлення та інтенсивно наростали. Як бачимо, вихід сухої речовини надземної маси люпино-злакової травосумішки становить понад 9 т/га, а на ділянках з чистим посівом трав та природним самозаростанням схилу – лише 4–5 т/га. Значна маса решток органічної речовини, яка надходить у ґрунт під час консервації, сприяє формуванню відмінної грудкуватозернистої структури ґрунту – 72–85 % агрономічно цінних агрегатів розміром 0,25–10 мм. Зростає шпаруватість ґрунту, а щільність будови знижується до 1,1–1,25 г/см³.

Протидефляційну лукомеліоративну ефективність *Lupinus polyphyllus* також було встановлено дослідженнями О.О. Ковальчука на відкритій поверхні Балтійської коси. Виявлено високий ефект зімкнутих агрофітоценозів люпину в протистоянні вітровій ерозії та збереженні піщаної поверхні. *Lupinus polyphyllus* формує кореневу систему, накопичує значну надземну біомасу, має оптимальну густоту стояння рослин на 1 га вже з першого року життя і виконує роль біологічного захисту піщаної поверхні від вітрової ерозії. *Lupinus polyphyllus* без внесення мінеральних та органічних добрив затримав від вітрової ерозії 2,0 т/га. Із внесенням мінеральних добрив (N₄₀P₆₀K₄₀) затримав 3,9 т/га, а за використання гною з торфом здування зменшувалося на 5,0 т/га. На ділянці, позбавленій рослинності, під дією вітрової ерозії втрачається 6,0 т піску⁷⁷⁰.

Однак за певних умов використання інвазійних видів рослин, до яких належить *Lupinus polyphyllus*, є значною частиною глобальних природних змін і часто веде до суттєвих втрат біологічного різноманіття та економічної значущості екосистем. Так, найбільшу небезпеку представляє висівання

⁷⁶⁹ Андреев К. І. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / К. І. Андреев, Г. О. Іутинська, А. Ф. Антипчук. К. : Обереги, 2001. 240 с

⁷⁷⁰ Качмар О. Й. Фітомеліорація деградованих схилів земель Передкарпаття / О. Й. Качмар, В. Я. Іванюк // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2009. Вип. 51 (I). С. 62–66.

люпину багаторічного дорожніми організаціями та їх субпідрядниками, а також сільськогосподарськими підприємствами. У Норвегії для захисту аборигенних видів заборонений висів *Lupinus polyphyllus* по узбіччях доріг. Німецьке федеральне агентство з охорони природи не рекомендує висівати *Lupinus polyphyllus* для закріплення і поліпшення ґрунту біля місцезростань, що представляють інтерес для збереження біорізноманіття⁷⁷¹.

Жито озиме (рисунок 2.16-2.19)

У жита озимого, як правило, вузол кущення формується на меншій глибині від поверхні ґрунту (1,7–2 см), ніж у пшениці озимої (2–3 см). За умови глибокого загортання насіння формується 2 вузла кущення: перший – глибоко, а другий (головний) – близько до поверхні ґрунту. Культура добре кущиться, формуючи 4–8 і більше пагонів.

Жито росте на дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах, але кращими для нього є родючі структурні чорноземи, темно-сірі лісові легкого і середнього гранулометричного складу. Погано росте жито на важких глинистих і заболочених ґрунтах. Оптимальна кислотність ґрунту – рН_{сол.} 5,5–6,5

У багатьох регіонах після збирання картоплі грядки засіюють цим злаком. Жито непогано кущиться, і дає багату зелену масу, яка оцінюється в 200–300 кілограмів з однієї сотки. Такий сидерат можна садити і під зиму, і навесні – на якість біомаси це не впливає. Особливість жита в тому, що вона активно розвивається при низьких температурах і озимі посіви витримують безсніжні зими, з температурами до мінус 25°C.

Недолік злакових сидератів – це складність розкладення після заор, що висіваються для збирання. У стебел досить міцна структура, вони довго розкладаються, збираються на лемешах плуга, які доводиться час від часу очищати. Ще один мінус – сильне всушення ґрунту, так що в саду між деревами жито не висівають.

За іншими показниками, цей злак – хороше добриво, його насіння коштує дешево і доступне. Для жита не потрібний високоякісний ґрунт, він добре затуляє сипкі ділянки, легко переносить підвищену кислотність. Так як у цієї рослини мичкувата коренева система, воно непогано зберігає поживні речовини вгорі ґрунтового горизонту, і не дає вимивати їх талим водам і дощовим стокам.

Великим плюсом такого добрива-сидерату вважається те, що при розкладанні воно насичує ґрунт і азотом, і кальцієм. Мікроорганізми, які знаходяться в злаковій біомасі, сприяють поглинанню фосфористих сполук, що важко засвоюються. Таким чином, у землі утворюється повний NPK-комплекс речовин, що створює умови для повноцінного розвитку будь-яких культур-послідовників.

⁷⁷¹ Виноградова Ю. К. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, Л. В. Хорун. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.



Рисунок 2.16 – Сидерація житом⁷⁷²

/

Надземну частину злаків після зрізання не тільки заорюють. Солому можна використовувати як мульчу. Вона відмінно захистить ґрунт від висихання, і не дасть пробитися на поверхню сходам бур'янів. А потім, розкладаючись, солома стане частиною грядки, тобто перетвориться на біогумус.

Жито, як сидерат, має такі позитивні сторони і переваги⁷⁷³:

- проростки ніжні, при запахуванні вони легко розкладаються
- сприяє перетворенню фосфору на зручну для рослин форму
- є профілактикою фітофторозу
- насичує ґрунт азотом, калієм
- покращує структуру та механічний склад ґрунту, що особливо важливо для важких ґрунтів.
- пригнічує розвиток бур'янів
- в порівнянні з тією ж пшеницею, жито відрізняється невибагливістю
- доступність насінневого матеріалу та його невисока вартість

Але є у цієї культури і недоліки, основна з них стосується озимого посіву. Навесні, озиме жито має сильно розвинене коріння. Вони багато забирають

⁷⁷² <https://howtogrow.news/6-zernovi/173-koli-siyati-zhito/ua>.

⁷⁷³ Сидерація житом. URL: <http://ogorodsadovod.com/entry/3130-rozh-kak-siderat-polza-i-osobennosti-primeneniya> Огород Садовод сайт ogorodsadovod.com.

вологи та висушують ґрунт. Якщо не вживати заходів до своєчасного поливу, то земля може перетворитися на тверду кірку.

Культури, посіяні після цього сидерату, потребують додаткових поливів. Також вимагає поливу та вся ділянка, де були заорані зелені сходи. Це з тим, що розкладання зеленої маси йде лише у вологому ґрунті.

Щоб посіви сидератів принесли максимальну користь, потрібно дотримуватись нескладних правил. Щоб жито покращило хімічний і механічний склад ґрунту, його посів під зиму потрібно планувати так, що навесні воно якомога довше залишалось на грядках.



Рисунок 2.17 – Розвиток кореневої системи злакових сидератів у ґрунтовій товщі⁷⁷⁴

Отже, доцільно висівати його перед культурами, які висаджують досить пізно. Бажано, щоб на момент заорювання в землю жито увійшло до стадії утворення колосу. В цей час зелені частини ще ніжні, але вміст поживних речовин у зеленій масі вже високий.

Найкращий час посіву під зиму починається у другій половині серпня і триває до середини вересня. Ділянку перекопують, роблять на ньому неглибокі борозенки на відстані 15 см одна від одної. Розкладають насіння по довжині насінини. До весни про озимі посіви можна не хвилюватися.

⁷⁷⁴

Які

найкращі

сидерати.

URL:

https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fposivna.com.ua%2Fimages%2Farticles%2Fphoto_blog_079.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fposivna.com.ua%2Fua%2Fzamytky-ahronoma%2Fyaki-buvayut-siderate



Рисунок 2.18 – Смугова сидерація при застосуванні жита озимого⁷⁷⁵

Найзручніше це зробити також за допомогою плоскоріза. Важливо! Ділянка не перекопується, коріння культури має залишитися в землі. Зелену масу, що зрізає, можна залишити на грядці, перенести під інші культури або закласти на компост. На тому місці, де росло жито як сидерат, через 14 днів можна висаджувати або висівати основну культуру.

Жито на сидерати при весняному посіві⁷⁷⁶:

З урахуванням того, що жито добре переносить знижені температури, його ярий посів проводять відразу, як тільки зійде сніговий покрив. Зазвичай цей час відповідає першій декаді квітня. Найпростіший спосіб весняного посіву – це довільне розкидання насіння по поверхні поля. При цьому витрата насіння має бути приблизно 1,8 кг на одну сотку землі.

Також навесні можна сіяти жито під граблі, тобто пройти ділянку граблями до і після посіву. Як і при осінньому посіві, можна зробити борозенки на відстані 13–15 см і посіяти в них насіння з подальшим закладенням ґрунтом. Скошування зелених стебел доцільно провести, коли вони будуть у висоту не менше 40 см.

⁷⁷⁵ Що таке сидерати і для чого вони потрібні: головні особливості культур. URL: <https://tdazovcable.kiev.ua/shho-take-siderati-i-dlya-chogo-voni-potribni-golovni-osoblivosti-kultur/>.

⁷⁷⁶ Сидерація житом. URL: <http://ogorodsadovod.com/entry/3130-rozh-kak-siderat-polza-i-osobennosti-primneniya> Огород Садовод сайт ogorodsadovod.com.

Всі стебла закладати в ґрунт не можна. Це може спричинити її закисання. Частина зелених стебел вкласти в землю, ще частину використовувати як мульчу під іншими культурами, а залишки можна закласти в компостну купу.

Так як для прискорення розкладання зелених частин у ґрунті потрібна волога, то ділянку, де проведено закладення після весняного посіву, потрібно регулярно поливати. До посадки основної культури можна приступати через 15–18 днів. Слід пам'ятати, перед якими культурами найкраще застосувати жито як сидерат.



Рисунок 2.19 – Сидерація житом озимим присадибної ділянки⁷⁷⁷

Жито як сидерат для городніх та садових культур⁷⁷⁸:

У саду жито можна висівати між плодовими деревами та ягідними чагарниками. Протягом усього сезону наземні частини потрібно кілька разів скошувати. Скошені частини доцільно використовувати для отримання компосту.

Якщо в господарстві є свійські птахи або худоба, то зелені ніжні стебла можна використовувати як корм. За літо зазвичай можна отримати кілька укосів. Так само можна вирощувати жито в тому випадку, коли вдалося виділити частину землі, яка в поточному сезоні відпочиває від вирощування основних культур.

З урахуванням того, що картопля і такі овочеві культури, як томати, перці, баклажани, фізаліс потребують великої кількості азоту і пухкого ґрунту, то жито є для них ідеальною культурою-попередником. Під ці культури можна використовувати його посів як під зиму, так і ярий.

Крім пасльонових, жито можна сіяти перед посадкою⁷⁷⁹:

⁷⁷⁷ Посадка сидератів восени, навесні і влітку: як садити і коли їх перекопувати. URL: <https://cash-flow.com.ua/posadka-siderativ-voseni-navesni-i-vlitku-yak-saditi-i-koli-%D1%97x-perekopuvati/>.

⁷⁷⁸ Сидерація житом. URL: <http://ogorodsadovod.com/entry/3130-rozh-kak-siderat-polza-i-osobennosti-primeneniya> Огород Садовод сайт ogorodsadovod.com.

- огірків
- гарбуза
- кавуна
- капути
- буряки
- суниці

Якщо ділянка вражена бур'янами, такими як пирій і осот, то жито, посіяне як сидерат, допоможе очистити від них землю. Важливо! Жито не можна використовувати як сидерат перед посівом будь-яких зернових культур.

Отримання добрих урожаїв неможливе без використання мінеральних та органічних добрив. Правильний підхід дозволить більшість їх замінити посівом різних культур на сидерати. Також за допомогою їх можна поліпшити стан землі і зменшити кількість бур'янів природним чином.

Перевагою жита є можливість вирощувати її як озиму культуру. Виходячи з біологічних особливостей, немає особливого значення, коли сіяти жито: навесні чи восени. Для зручності та раціонального використання ділянок на ділянці її сіють з кінця літа і до середини вересня у міру звільнення місця. В результаті до перших заморозків воно має зійти і розкуситися. Посів краще проводити врозкид із витратою насіння 2 кг на 1 сотку. Щоб зерна не склювали птахи, рекомендується неглибоко заробляти їх у ґрунт. Простота посіву та подальшого догляду додають переваги цій культурі.

Жито чудово переносить навіть малосніжні зими, і з першою весняною відлигою до повного сходу снігу починає відростати. Таке раннє пробудження дозволяє отримати достатню біомасу вже на початку посадки теплолюбних овочевих культур. За 2 тижні до посадки необхідно скосити і подрібнити трав'янисту частину (добрий результат дає бензокоса або триммер) та перекопати ділянку або пройти мотоблоком чи культиватором. Після закладення зеленої маси ділянку потрібно рясно полити для кращого перебігу процесів гниття.

Залежно від регіону і термінів посіву вже до середини – кінця травня на грядці, що звільнилася, можна садити коренеплоди або розсаду овочевих.

Вирощувати жито як сидерат можна і в суміжних посадках (засівати їй широкі міжряддя або смуги по периметру ділянки), при цьому зелену масу, що відростає, можна скошувати на мульчу все літо. Але за такого способу має бути регулярне зрошення.

У садівництві та городництві немає жодного прийому без вади. Якщо ви вирішили вирощувати жито як сидерат, то потрібно знати деякі особливості цієї рослини. Жито сильно висушує ґрунт, воно активно використовує талу весняну воду і нічого не залишає овочевим культурам. З урахуванням цієї особливості потрібно подбати про рясні та регулярні поливання. З іншого боку, якщо посіяти рослину в перезволожених низинах, можна прискорити там дозрівання

⁷⁷⁹ Сидерація житом. URL: <http://ogorodsadovod.com/entry/3130-rozh-kak-siderat-polza-i-osobnosti-primeneniya> Огород Садовод сайт ogorodsadovod.com.

грунту до посадок. Більш того, ущільнені ґрунти набудуть хороших показників пористості та повітропроникності.

Деякі дачники рекомендують після жита садити картоплю, що звучить сумнівно. Всі злакові повертають дротянку для відкладання яєць і ділянку, де посіяно жито, може швидко перетворитися на розсадник дротяника, який охоче харчується і картоплею. Однак ця проблема цілком вирішується, якщо використовувати у весняний період пастки для самок жука, а після скошування зеленої маси до посадки картоплі влаштовувати пастки для личинок. На невеликій площі в кілька соток такі заходи будуть ефективними та достатніми. Однак жито корисно сіяти відразу після збирання картоплі, оскільки воно чудово очищає ґрунт від парші та гнилі. На ділянках із високим ступенем зараження цими хворобами включення жита у сівозміну стане справжнім порятунком.

Жито не має загальних хвороб з овочевими культурами, але якщо на ділянці є декоративні злаки, потрібно врахувати фактор ризику. Хоча якщо вирощувати озиму культуру, то за короткий весняний період вона не встигне перетворитися на джерело інфекції.

Як і інші сидерати, жито має свої терміни скошування. Його підрізають відразу, як тільки починають з'являтися колоски (початок цвітіння). Якщо затягнути цю процедуру, то в ґрунт потраплять уже огрубілі пагони, які довше розкладатимуться. У жодному разі не можна залишати посіви без зрізання на весь сезон. Через свою лінощі ви ризикуєте завести на своєму городі найлютіший бур'ян у вигляді сходів жита від падалиці.

З'ясовано⁷⁸⁰, що жито озиме є найефективнішою сидеральною культурою, яка перешкоджає втратам вологи із ґрунту, що можна пояснити розвиненою кореневою системою та її високою поглинальною здатністю. Жито озиме знижувало втрати вологи за межі кореневмісного шару ґрунту (0–65 см) на 17%, CaO – у 1,7 разу, MgO – в 1,3 разу (варіант 4 порівняно з варіантом 1 (табл. 2.26)). Зазначалося, що внесення гною істотно збільшує втрати NO₃ і NH₄, CaO, MgO відповідно до концентрації біогенних елементів у ґрунтовому розчині, а також підвищує кількість профільтрованої вологи. Внесення під картоплю гною в дозі 40 т/га (середня доза сівозміни – 10 т/га, варіант 5) збільшувало втрати нітратних форм азоту: NO₃ – на 36%, NH₄ – з 3,9 до 9,2 кг/га, або у 2,4 рази, CaO – на 26%. Ще більші відмінності у втратах NO₃ і NH₄ було зафіксовано у варіанті з внесенням 80 т/га гною (середня доза сівозміни 20 т/га). Виявлена закономірність свідчить про перевагу використання сидерації, особливо жита озимого, яке дає змогу знизити втрати біогенних елементів і скоротити неефективне використання великих доз гною в традиційному та органічному землеробстві.

Показник урожайності за монозастосування зелених культур менший, ніж при використанні мінеральних добрив і гною. Проте сидерати підвищують

⁷⁸⁰ Кризька М.А., Бердніков О.М. Вплив сидератів на продуктивність картоплі. Агроном. 2016. URL: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-syderativ-na-produktyvnist-kartopli/>.

урожайність на 40–44% порівняно з варіантом без застосування добрив (табл. 2.27).

При аналізі отриманого врожаю картоплі зафіксовано ушкодження бульб паршею звичайною та паршею порошистою. Застосування сидеральних і культур під час вирощування картоплі пригнічувало розвиток хвороб і знижувало ураженість бульбу 3–7 разів порівняно з варіантами, де використано гній (варіанти 2, 3,4 порівняно з варіантами 5, 6). Зелене удобрення поліпшувало якість бульб і збільшувало товарність урожаю (варіанти 1,5, 6, 7 порівняно з варіантами 2, 3,4).

Дослідженнями доведено, що сидерацію доцільно використовувати як агротехнічний захід з метою подолання надмірної інфільтрації (у проміжній сидерації) та зменшення втрат біогенних елементів у технології вирощування картоплі. Зелене удобрення поліпшує якість бульб картоплі та їхню товарність. Сидеральні культури слід вирощувати відповідно до їх використання: як джерело органічної речовини, для розпушування ґрунту, запобігання інфільтрації, азотфіксації тощо.

Таблиця 2.26

Втрати вологи та біогенних елементів під картоплею в лізіметричній установці

Варіант	Волога, мм	NO ₃	Втрати, кг/га		MgO
			NH ₄	CaO	
1. Без добрив (контроль 1)	16,2	39,3	3,9	31,2	19,0
2. Люпин вузьколистий	14,0	30,0	1,6	17,6	14,7
3. Редька олійна	13,8	31,5	1,3	16,3	16,0
4. Жито озиме	12,4	34,6	1,3	18,1	14,5
5. Гній, 10т/га	18,9	53,0	9,2	39,2	21,9
6. Гній, 20 т/га	27,5	62,4	11,4	46,8	24,1
7. Гній + NPK (контроль 2)	22,8	72,0	10,4	63,0	24,0

Таблиця 2.27

Вплив сидеральних культур на продуктивність картоплі та ураженість хворобами в польовому досліді

Варіант	Урожайність, т/га	Вміст показників			Кількість ушкоджених бульб %	Товарність
		крохмаль, %	вітамін С, мг %	нітрати, мг/кг		
1. Без добрив (контроль 1)	10,6	13,2	8,0	56	18	66
2. Люпин вузьколистий	15,4	14,0	10,2	64	9	72
3. Редька олійна	15,3	14,0	9,0	60	4	74
4. Жито озиме	14,9	14,0	9,0	54	10	70
5. Гній, 10 т/га	14,2	14,2	12,0	90	28	68
6. Гній, 20 т/га	18,9	13,9	14,0	246	32	60
7. Гній + NPK (контроль 2)	23,7	12,8	12,4	110	14	76

Овес (рис. 2.20-2.21)

Цей злак використовують як сидерат трохи рідше, ніж жито, хоча особливих причин для цього немає. У вівса є всі позитивні якості жита, при цьому він навіть виграє за окремими позиціями. Овес більш невибагливий – його вільно можна сіяти в кислий підзолистий ґрунт, у глину, і навіть на торфовищах – він зростатиме скрізь.

Як елемент сівозміни його можна сіяти після бобових для підготовки землі під картоплю. Може здатися, що у вівса слабка мочкувата коренева система, але тим часом вона непогано розпушує землю на пристойну глибину, збагачує її киснем, і створює оптимальну для культурних рослин структуру. Овес сприяє насиченню верхнього шару ґрунту калієм і азотом, аналогічно жита розщеплює фосфорні сполуки.

Посів насіння цієї культури відбувається шляхом розкидання їх на поверхні заздалегідь розпушеної ділянки. Це рекомендується робити з настанням весни, як тільки з'явиться можливість ходити по городу. Не варто боятися бруду та холоду – овес любить такі умови, і на його схожість ці компоненти впливу не здійснюють. Кінець березня і початок квітня – найкращий час, для проростання вівса, так як багато ґрунтової вологи для живлення від снігу, що розтанув. Норма висіву становить півтора-два кілограми на сотку, при глибині загортання насіння чотири-п'ять сантиметрів.

Овес відноситься до невибагливих, морозостійких культур. Це трав'янистий вид однорічних рослин. Здатність виростати на різних ґрунтах, послужило причиною використовувати культуру для відновлення структури ґрунту.

Коріння вівса здатне розпушити ґрунт, що злежався, забезпечити циркуляцію вологи і проникнення повітря в поверхневі шари землі.

Суцвіття волотистої форми. Восени з'являються плоди – зерна, вкриті своєрідною лускою. На поверхні зерна видно жолоб, який пролягає від верхівки до основи.

Швидко збільшують відчутний обсяг соковитої зелені.

Має розвинену систему коренів, які простягаються вглиб і з периферії.

При достатній щільності посівів сидератів, бур'ян перестає розвиватися. Коріння, що сягає нижніх шарів ґрунту, витягують поживні елементи, недоступні на великій глибині багатьом овочевим і ягідним культурам. Якщо своєчасно скошити сидеральні рослини, закласти зелену масу в ґрунт, земля насититься корисними речовинами, відновить свою структуру.

Овес відноситься до сидерату, який найчастіше використовують дачники на своїх ділянках. Як наслідок, високі врожаї овочів, зелених культур. Зупинимось на перевагах цієї популярної зернової культури.

Овес – джерело калійних сполук яких потребують всі сільськогосподарські культури. Калій сприяє посиленому розвитку рослин, підвищує смакові якості плодів. Оскільки з'єднання калію зосереджено у свіжих зелених пагонах сидерату, важливо не пропустити строки укосу вівса. У дозрілих стеблах вміст

калію знижується майже вп'ятеро. Косити овес, як сидерат, починають до того, як почне дозрівати його волоть.



Рисунок 2.20 – Овес загальний вигляд⁷⁸¹



Рисунок 2.21 – Процес сидерації овесом на присадибній ділянці⁷⁸²

⁷⁸¹ <https://glav-dacha.ru/oves-kak-siderat/>.

⁷⁸² Шувар І. Сидерати знову «в моді». Агробізнес сьогодні 2014. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/389-syderaty-znovu-v-modi.html>.

Щоб отримати збалансовану за складом необхідних елементів зелену масу, наприклад, збільшити вміст азоту, разом з вівсяним, висівають інші сидерати. Підійдуть культури із групи бобових. Багаті азотом вика, горох та люцерна. Оскільки ґрунти на ділянках відрізняються за складом, господарі самі визначають якісь сидерату і в якому обсязі висівати на ту чи іншу грядку.

Коренева система вівсяного сидерату здатна продукувати речовини, які згубно впливають на розвиток грибкової мікрофлори. Регулярне використання вівса як сидерату веде до припинення гнильних процесів.

Посіви вівса, завдяки мичкуватій кореневій системі рослини, здатні розпушувати навіть щільні глинисті ґрунти. В результаті волога рівномірно розподіляється у верхніх шарах ґрунту, а повітря, проникаючи в ґрунт, забезпечує коріння киснем. Крім цього, окислюється безліч токсичних для рослин речовин.

Це ідеальна рослина, щоб запустити процес сівозміни. Через три роки ґрунт на ділянці буде вільний від таких шкідливих сполук, як нітрати. Ці сполуки утворюються при введенні в ґрунт мінеральних добрив.

Встановлено, що земельні угіддя завдяки вівсу насичуються гумусом, зникають застійні процеси.

Мінуси, при використанні вівса, як сидерати, незначні⁷⁸³:

Зелена маса молодих пагонів вівса містить недостатню кількість азоту. Однак цей недолік можна легко виправити. Посіви вівса поєднують із бобовими культурами. Іноді дачники додають штучні азотні сполуки. Це є актуальним для весняного періоду. Азот сприяє розвитку пагонів та листя.

Овес потребує достатньої кількості вологи. Якщо погодні умови не сприяють цьому, рослина засохне. Цим пояснюється відмова від вівса, як сидерату, в регіонах, схильних до посухи.

Стебла вівса розкладаються досить повільно. Після скошування культури, не слід застосовувати занадто глибоке загортання. У ґрунті розпочнуться процеси закисання, з'являться патогенні бактерії. Як результат – втрата врожаю. У овочів, фруктів та ягід знижується лежкість. Смак та аромат плодів, вирощених на такому ґрунті, залишає бажати кращого.

Що можна, а що не можна садити після вівса. При підборі сидератів під культури першорядне значення має приналежність рослин до тієї чи іншої родини. Важливо, щоб сидерат та основна культура належали до різних родин. Домогтися ефективної роботи вівса можна в тому випадку, якщо садити після нього рослини, які не належать до розряду – «злакові».

У процесі культивування в ґрунті можуть накопичуватися бактерії, які завдають шкоди лише «злаковим» представникам рослин. Боротьба з ними не принесе успіху.

Однак є й винятки⁷⁸⁴. Картопля відноситься до родини «пасльонові», але використовувати овес як сидерат у цьому випадку теж не рекомендується. У

⁷⁸³ Овес как сидерат: польза и вред, достоинства и недостатки, сроки посева, совместимость с другими растениями. URL: <https://dacha.help/zelen-i-travy>.

процесі розвитку вівсяного сидерату в ґрунті завжди є дротяник. Це личинки деяких видів жуків. Симптоми появи дротяника визначити нескладно. Личинки роблять ходи в бульбах картоплі і коренеплодів, можуть практично повністю знищити посівний матеріал. Неможливо отримати хороший урожай картоплі, якщо використовувати овес як сидерат. Це стосується будь-яких видів ґрунтів.

Сприятливо впливає сидерат на вирощування томатів. Вчені сільськогосподарських інститутів констатують той факт, що спостерігається відчутна надбавка до врожаю, а смакові якості плодів знаходяться на висоті.

Овес – ідеальний сидерат для всіх представників родини «капустяні», цибулинних та часникових рослин.

Садівники відзначають позитивний вплив вівса на ґрунти, призначені для посадки ягідних кущів, у тому числі суниці.

Як правило, городники вважають за краще садити овес ранньою весною, як тільки ґрунт звільняється від снігового вбрання. У теплих краях процедуру посіву починають проводити на початку квітня.

В інших регіонах терміни посіву насіння залежать від кліматичних особливостей місцевості.

Зелена маса повинна встигнути вирости, пройти процес розкладання у ґрунті до того, як підійдуть терміни посадки основних культур. Це може зайняти до півтора місяця, що в принципі цілком прийнятно для того, щоб овочеві рослини змогли за літній сезон повноцінно дозріти.

Молоді пагони вівса не можна закладати в землю надто глибоко. Вище було зазначено, що швидкість перегнівання невелика, що може призвести до небажаного явища – закислення ґрунту.

Грубі частини пагонів можна закласти в компостну яму або використовувати як зелену добавку в раціоні тварин.

Селекціонерами розроблені озимі сорти вівса, спеціально призначені для осінніх посадок. Терміни загортання насіння в ґрунт залежать від кліматичних особливостей конкретного регіону:

Роботи по закладенню в ґрунт насіння вівса як сидерату⁷⁸⁵ починають безпосередньо після збирання овочевих та зелених культур. Якщо за прогнозом очікується тепла погода, посіви зсувають за часом. У будь-якому випадку треба мати на увазі, що перш, ніж настануть стабільні заморозки, висота пагонів вівса повинна становити близько 25 см.

Рекомендується молоду зелень скосити та присипати невеликим шаром землі. Можна просто змішати з ґрунтом, не заглиблюючи вівсяний сидерат у ґрунт. Це сприяє розпушенню щільних ґрунтів, збереженню в них необхідної кількості вологи.

⁷⁸⁴ Овес как сидерат: польза и вред, достоинства и недостатки, сроки посева, совместимость с другими растениями. URL: <https://dacha.help/zelen-i-travy>.

⁷⁸⁵ Овес как сидерат: польза и вред, достоинства и недостатки, сроки посева, совместимость с другими растениями. URL: <https://dacha.help/zelen-i-travy>.



Рисунок 2.22 – Заробка злакового сидерату⁷⁸⁶

Навесні можна обмежитися легким розпушуванням поверхні гряд і розпочинати посів.

Нестача азотних сполук у зеленій масі вівса компенсують добавками на основі азоту. Можна змішати овес із бобовими культурами, наприклад, викою. За цих умов потреба в азотних добавках знижується вдвічі.

На невеликих за площею приватних територіях сидерат висівають вручну. В середньому, витрата на сотню землі знаходиться в межах від 150 до 200 г посадкового матеріалу.

Посів вівса, як сидерата, у літній період⁷⁸⁷:

У цей період переслідують в основному одну мету – отримати матеріал, що мульчує. Мульчу розкладають у проміжках між грядками, під ягідні чагарники, вистилають ґрунт під кущами полуниці. Це дозволяє зберегти врожай від бактерій що супроводжують процес гниття.

У міжряддях мульчу наносять невеликим шаром за товщиною. Потім обробляють засобом, який сприяє швидкому розкладанню рослинних залишків.

Процес розкладання можна додатково прискорити, якщо покрити оброблену препаратом мульчу соломою. Оскільки випаровування вологи у умовах сповільнюється, ґрунтові бактерії активізуються. Залишки зелених пагонів активно перегнивають та переходять в інший стан – гумус.

Від моменту посіву до скошування проходить від півтора до двох місяців. Тільки після цього можна приступати до посівів овочевих рослин. Щоб не помилитися з термінами, точно визначити, коли сидерати необхідно скошувати, слід керуватися такими рекомендаціями:

⁷⁸⁶ Шувар І. Сидерати знову «в моді». Агробізнес сьогодні 2014. URL: <http://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/389-syderaty-znovu-v-modi.html>.

⁷⁸⁷ Овес как сидерат: польза и вред, достоинства и недостатки, сроки посева, совместимость с другими растениями. URL: <https://dacha.help/zelen-i-travy>.

Якщо сидерат посіяний навесні, слід не пропустити момент, коли на пагонах почнуть утворюватися суцвіття. Як тільки на них буде помітний пилок, слід приступати до скошування сидерату.

Осіній посів вівса для сидерації проводять після збирання овочів. Важливо встигнути до заморозків домогтися сходів вівса, висота яких повинна бути близько 15 см.

Для переробки рослинних залишків до стану гумусу потрібно близько двох тижнів. Процес можна прискорити, якщо перед закладенням зеленої маси в ґрунт провести попереднє подрібнення сидерату.

Осіннє скошування необхідне для перегнивання рослинних залишків протягом зимового періоду. У цьому випадку немає потреби закладати рослини в ґрунт. Рослинні залишки виконують роль матеріалу, що мульчує та захищає верхні шари ґрунту від промерзання. Після сходу снігу досить розпушити поверхневий шар граблями і приступати до посадкових робіт. Це одна з переваг посадки вівсяного сидерату напередодні зими.

Вика (рис. 2.23)

Вика або по-народному мишачий горошок – скоростигла рослина з короткими термінами вегетації. Через це її можна використовувати як проміжну культуру між посадками головних культур. Наприклад, посіяти на грядці, де пізніше буде висаджено розсаду томатів, перців або баклажанів. Можна також садити перед баштаними культурами. Дає прекрасний урожай при сидерації під кабачки, патисони, гарбуз, висаджені «по віку».

Сіяти сидерат можна протягом усього вегетативного сезону після настання плюсових температур. Норма посіву становить півтора кілограми на сотку. Насіння крупним планом на глибину від одного до трьох сантиметрів. Глибше не варто, тому що рослина може не подолати поверхневий шар ґрунту.

Буває, що вику вводять до складу суміші, де присутні рослини-сидерати типу жита, вівса, ріпаку та райграсу. Це потрібно щоб отримати оптимальний склад біогумусу, який повинен утворитися після скошування перерахованих культур, тому що вика накопичує найбільше азоту. «Мишачий горошок» віднесений до родини бобових, і, природно, відрізняється подібною будовою. На його корінцях ростуть аналогічні азотисті бульбашки, в яких накопичується цей елемент. Тобто горох, квасоля чи боби після вікі висаджувати не рекомендується. А ось капусту, картоплю, огірки, редиску та зелень можна використовувати як наступні культури.

Як сидерат⁷⁸⁸ цінується за скоростиглість (одну з найвищих серед бобових), що дає можливість використовувати її в проміжних посівах (перед озимими або після озимих та ранніх ярих зернових та овочів). Озима вика встигає дати врожай зеленої маси під посадку розсади томатів, перцю та інших культур.

⁷⁸⁸ Вика. URL: <https://cluboz.kiev.ua/vika/>.



Рисунок 2.23 – Вика у посіві⁷⁸⁹

Після розкладання у ґрунті біомаса вики стає легкозасвоюваним добривом, а ґрунт поповнюється органікою, гумусом. Завдяки бульбочковим бактеріям, що розвиваються на коренях, видобуває з повітря азот і накопичує його, хоча й менше, ніж буркун, люцерна та люпин, але більше, ніж будь-які хрестоцвіті та злакові сидерати. Є дуже добрим попередником для культур, вимогливих до азоту.

Науковими дослідженнями встановлено, що томати, вирощені з викою-сидератом, дають урожай на 45% більший, ніж без допомоги сидерату.

Дренує, покращує структуру ґрунту, підвищує його повітря- та вологоємність. Захищає ґрунт від водної та вітрової ерозії (вика озима – навіть узимку). Крім того, затримує сніг, зменшує промерзання ґрунту, що сприяє більшому накопиченню вологи.

Оздоровлює ґрунти. Покращує умови життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів та черв'яків, при розкладанні служить їм кормом. Це своє чергу призводить до зменшення захворюваності рослин та підвищення врожайності. При щільному посіві в окультурені ґрунти пригнічує розвиток бур'янів.

Посіяна на бідних ділянках вика посівна виконує ряд ґрунтополіпшуючих функцій:

- Завдяки взаємодії з бульбочковими бактеріями пов'язує атмосферний азот і забезпечує надходження корисного елемента в ґрунт.

⁷⁸⁹ Вика як сидерат. URL: <https://www.astrasad.ru/semena-trav/siderati-medonosni/siderat-vika.html>.

- Коріння сидерата сильні, проникають вглиб на 2 м і розростаються в ширину на 70 см, розпушують ґрунт, покращуючи аерацію і водопроникність.
- Зелена маса вики – цінне натуральне добриво, багате білками, цукрами, вітамінами і органічними кислотами.
- В період цвітіння вика залучає на ділянку корисних комах: запилювачів та ентомофагів.
- Перегниваючі кореневі залишки культури служать їжею дощовим черв'якам і ґрунтовим мікроорганізмам.
- Алкалоїди (віцин і вицинин), що виділяються корінням рослини, знезаражують ґрунт, запобігаючи розвитку личинок шкідників, а також патогенних грибків і бактерій.
- За рахунок швидкого набору вегетативної маси пригнічує ріст бур'янів, позбавляючи їх вологи, живлення і сонячного світла.
- Залишена на корені в якості живої мульчі вика сприяє снігозатриманню, оберігає орний шар від перегріву, пересихання і промерзання, а в міжсезоння запобігає вимиванню і вивітрюванню поживних речовин з ґрунту.

Недолік у вики теж є: під власною вагою рослини часто вилягають і підпрівають. Враховуючи цей факт, бобовий сидерат доцільніше вирощувати в суміші з зерновими культурами (овес, жито, ячмінь), стебла яких послужать лазячим пагонам виці опорою. До того ж, користь від використання такого «тандему» тільки зростає: горошок-вика наситить оброблюваний шар азотом, а злаки послужать джерелом фосфору і калію.

Як типова представниця родини бобових, вика вважається однією з кращих попередників для більшості городніх культур, які активно споживають азот. Після неї відмінно розвиваються і радують високими врожайми томати, картопля, перці, баклажани, всі види капусти, картопля, огірки, кабачки і патисони, малина, ожина, полуниця, зелень та пряні трави.

Крім того, вику можна вирощувати як покривну рослину поруч з розсадними культурами. Коли сянці овочів підростуть, сидерат зрізають над ними укладають тут же, в міжряддя для захисту коренів від перегріву.

З небажаних послідовників вики варто відзначити буряк, цибулю і всі бобові культури (арахіс, соя, нут, квасоля, горох, боби тощо).

Висівати краще рядами з відстанню 7–12 см з хрестоцвітими (через ряд) або в суміші зі злаковими (овес, жито або пшениця, які висівають через кілька днів після вікі) навесні або в другій половині літа після збирання ранніх овочевих культур. Глибина 1–5 см, норма 1500 г на сотку. Після появи сходів для підживлення краще застосовувати органічні добрива та ЕМ-препарати.

Суміші⁷⁹⁰:

Вика яра 1200–1500 г + овес 500–700 г.

Вика озима 500–700 г + жито озиме 600–800 г.

Вика озима 300–400 г + ріпак озимий 80–100 г.

⁷⁹⁰ Вика. URL: <https://cluboz.kiev.ua/vika/>.

Вика озима 400–500 г + райграс багаторічний 150 г.

Розрізняють дві основні форми вики посівної: яру та озиму. Перша дає більш високі врожаї зелені, друга відрізняється високою зимостійкістю. Є наступні різновиди, форми і сорти культури:

- Вика посівна (яра) – 44 сорти;
- Вика мохната (яра) – 1 сорт;
- Вика мохната (озима) – 5 сортів.

Ярі сорти сидерата сіють як проміжну культуру з ранньої весни по серпень, коли ґрунт прогріється до 4–5 °С, озиму – з другої половини серпня до середини вересня.

Для вирощування вики на добриво підійдуть помірно вологі окультурені ґрунти середнього механічного складу з нейтральної або слабокислої реакції. Для відновлення заболочених, засолених або піщаних ґрунтів рекомендується підібрати інший сидерат.

Постійного догляду вика не вимагає, але в посушливу погоду ділянку доведеться часто і рясно поливати, інакше стебла сидерата огрубіють, а листя стане дрібніше і потьмяніє. При вирощуванні на малопоживних ґрунтах посадки двічі за сезон рекомендується підживити фосфорно-калійним добривом, щоб зелень була пишною і соковитою.

Укісна зрілість вики настає через 30–40 днів після посіву насіння. До цього часу сіянці виростають у висоту до 15–20 см й встигають накопичити в листі та пагонах максимальну кількість корисних речовин. Дуже важливо встигнути прибрати зелену масу в період бутонізації. Користь від вики, що встигла зацвісти, буде невелика, оскільки більшу частину живлення сидерат витратить на цвітіння і формування плодових елементів.

Серед городників широко практикуються наступні способи збирання сидерата:

- Травостій скошують, зелень дрібно рубають січкою або штиковою лопатою, а потім закладають в компост або використовують для мульчування міжрядь і пристовбурних кругів.
- Рослини підрізають плоскорізом нижче рівня ґрунту, подрібнюють і заорюють у ґрунт на глибину 6–10 см за 15 днів до висадки розсади і за 20 днів до сівби насіння основних культур.
- Озиму вику, посіяну в суміші з вівсом залишають на корені в якості живої мульчі. З приходом холодів овес поляже і вкриє бобовий сидерат теплою дихаючою «ковдрою». Навесні вика відновить свій ріст і до початку основних посадкових робіт встигне дати непоганий урожай живильної біомаси.

Процеси розкладання залишків рослин, гумифікації проходять лише за наявності вологи у ґрунті. Тому сидерація без додаткового зрошення ефективна лише за умов Полісся та Західної України, на Півдні – лише за зрошення, у Центральних районах потребує поливів під час посух⁷⁹¹.

⁷⁹¹ Вика. URL: <https://cluboz.kiev.ua/vika/>.

За даними досліджень Полтавського інституту АПВ ім. М.І. Вавилова, за вирощування пшениці озимої на фоні заробки зеленої маси вики ярої, урожайність культури, в середньому за 2004–2006 роки, становила 44,6 ц/га, була на 6,7 % більшою порівняно з горохом. Спосіб сівби – звичайний рядковий, що забезпечує рівномірне розміщення насіння на площі. При цьому рослини вики добре пригнічують бур'яни. Висівають вику яру з вівсом дуже рано: одночасно з ранніми зерновими культурами. Співвідношення при сівбі насіння вики і вівса, як 3–4:1. Це становить 100–120 кг/га вики і 50–70 кг/га вівса; всього – 150–190 кг/га (залежно від району вирощування). Насіння загортають на глибину 4–5 см. На легких ґрунтах глибину збільшують до 5–6 см. У фазі сизих бобів проводять дискування на сидеральне добриво.

Використовується як зелене добриво і вика озима⁷⁹². Сівба вики озимої у чистому вигляді неефективна у зв'язку з виляганням травостою і зниженням урожайності зеленої маси. В цьому аспекті її все-таки краще висівати в суміші з озимими зерновими культурами (переважно з озимим житом). Урожайність зеленої маси у суміші з озимим житом становить 300–400 ц/га. При сівбі суміші можна висівати одночасно вику з озимим житом, але краще висівати їх роздільно. Спочатку висівають вику (за 12–14 днів до оптимального строку сівби жита). Потім по сходах вики впоперек рядків висівають жито. Роздільна сівба сприяє кращому розвитку рослин вики озимої, успішній її перезимівлі, меншому випаданню взимку; в цьому випадку значно збільшується її частка в суміші – до 30–40 %. Спосіб сівби – звичайний рядковий. Оптимальна глибина сівби – 3–4 см. При нестачі вологи у посівному шарі і на піщаних ґрунтах глибину загортання збільшують до 5–6 см. Норма висіву вики озимої – 50–60 кг/га і жита озимого – 60–80 кг/га; всього – 110–140 кг/га. У фазі цвітіння вики (до виколошування жита) проводять дискування на сидеральне добриво.

Буркун (рис. 2.24)

Буркун буває однорічний та дворічний, білий (*Melilotus albus*) і жовтий (*Melilotus officinalis*). З давніх-давен цю трав'янисту рослину використовували як корм для худоби. Але незабаром помітили, що після розорювання косов, де виростав буркун, урожай виходив більшим, ніж на полях, засіяними іншими травами. Тоді буркун почали використовувати як сидерат. І хоча це дворічна рослина, але в даному випадку її вирощують як однорічну. Він невибагливий, витривалий і швидко росте. Належить до родини бобових, а отже, накопичує азот у кореневій системі, яка глибоко проникає в землю, і має багато розгалужень. Завдяки цій особливості після зрізання рослини землю не треба перекопувати. Вона і так пухка без спеціальної обробки.

Особливість буркуну в тому, що найкорисніша його частина не надземна, а підземна. Тому зрізання рослини можна робити вже через три-чотири тижні після перших сходів. Якщо прогаяти час, стебла стануть занадто твердими для

⁷⁹² Сидеральні культури. Практичні рекомендації / Антоненко С.С., Антоненко А.С., Писаренко В.М. [та ін.]. Полтава: РВВ ПДАА, 2011. 31 с.

подальшої переробки – «стеблові стрижні» ще кілька сезонів стирчатимуть на грядці і заважатимуть щось робити.



Рисунок 2.24 – Буркун жовтий та білий у посівах⁷⁹³

Як сидерат трава буркуна покращує структуру ґрунту, сприяє підвищенню повітрообміну, підвищує родючість, захищає від нематоди, дротяників та водної ерозії. А також стримує ґрунт на схилі і зменшує промерзання ґрунту.

Як сидерат скошувати буркун потрібно, коли стебла досягнуть висоти 20 см (до початку цвітіння), але не більше 40–50 см, інакше процес розкладання буде проходити більш повільно. Більш потужні пагони розкладаються дуже повільно і як органічне зелене добриво втрачають сенс. Перед косовицею буркун поливають ЕМ-препаратами, після чого скошують плоскорізом Фокіна.

Зеленої маси буркун дає дуже багато, але як сидерат велику цінність представляє його коренева система. Вона добре розгалужена, глибоко проникає в землю, розпушує її. Завдяки своїм якостям, буркун легко здобуває з повітря азот – конкурентом йому може бути в цьому відношенні тільки люцерна, і то не у всіх випадках. Така коренева система зміцнює ґрунт, не дає їй вимиватися, постачає її гумусом.

Він краще за інших рослин здатний розчиняти в землі фосфати.

Буркун, особливо однорічний, чудово росте на сильно засолених ґрунтах. За один-два сезони він її «розсолує», істотно підвищує родючість.

Крім цього він добре постачає землю органікою. Його коріння швидко перегниває, збагачуючи ґрунт органікою. Має й інші важливі якості.

⁷⁹³ Буркун. URL: <https://gorsad.com.ua/dachni-porady/donnik-kak-siderat-koly-seyat-i-skashivat/>

У нього дуже швидко розвивається надземна маса, вона утворює величезні зарості. Але навіть якщо не чекати її розростання, і скосити завчасно, коренева система створить ґрунті необхідне живлення.

У буркуну дуже міцне коріння, тому при використанні його як сидерат не варто допускати їх проникнення в землю глибше, ніж на 50 см. Інакше буде дуже складно переорати землю, а кореневища будуть довго розкладатися.

Сама рослина невимоглива до ґрунтів, проте не дуже любить кислі і нейтральні. Найкраще росте на суглинках, його часто використовують на неокультурених або збіднілих, запущених землях, щоб зробити їх більш родючими. Як «першопрохідник» буркун один з найкращих сидератів. Для цього його не скошують в перший рік, залишають на землі. Він добре переносить морози, утримує сніг. Завдяки цьому навесні ґрунт виявляється добре зволеним. Буркун сприяє гарному газообміну в ґрунті, після нього значно поліпшується його структура.

У буркуну відмінні фітосанітарні властивості. Він знезаражує ґрунт, допомагає запобігти розвитку корневих гнилей. Його запаху бояться нематоди, він згубно діє на дротяники та інших шкідників. У ґрунті, де ріс буркун кілька років не відкладають яйця хрущі. При цьому поліпшується корисна мікрофлора ґрунту, робиться більш родючою.

Помічено, що в перший рік після того, як на поле ріс буркун жовтий, на ньому уникають селитися миші.

Помічено, що на тому місці, де ріс сидерат буркун, в перший рік після нього практично не зустрічається бур'яну.

На ґрунтах, де ріс буркун, згодом добре ростуть більшість городніх культур. Це не відноситься до будь-яких бобових, так як буркун і сам є бобовою рослиною. Особливо він гарний перед посадкою пасльонових, баштанних, огірків, кабачків. На цьому ґрунті добре ростуть все городні культури, яким потрібно багато азоту. Так як це бобова рослина, він накопичує азот в ґрунті, а це покращує стан городніх культур, які будуть потім рости на цьому місці. Самому ж буркуну байдуже, що вирощувалося до нього. Він відмінно росте після будь-якої рослини, навіть після бобових – його коренева система допоможе йому добути для себе все необхідне.

Не рекомендується висаджувати його перед квітами – айстрами, календулою, ромашками.

Буркун – рослина невибаглива, виростає швидко. Висаджувати його можна в будь-який час, він все одно проросте. Але для того, щоб були найкращі результати, висаджують його ранньою весною, практично відразу після сходу снігу і підсихання ґрунту. Його насіння не бояться заморозків, так що якщо навіть трапляться весняні заморозки, сходи буркуну все одно виживуть, а він буде добре розвиватися. В цьому випадку тала вода не створить проблем кореневища, так як ґрунт на такій глибині швидко просихає, коріння не встигнуть загнити.

Його насіння життєздатне, свою схожість вони зберіге більше десяти років, так що можна не переживати з приводу «старого насіння».

Перед посадкою буркуну як сидерат, необхідно підготувати землю, якою б якості вона не була. Її треба перекопати і вирівняти, видалити всі великі і зайві частки, коріння віджилих рослин, різне сміття. Рекомендується внести фосфорні та калійні добрива.

Після цього землю коткують, роблять в ній борозенки, в які, власне і засівають буркун. Глибина засівання – 3 см. Земля при цьому не повинна бути дуже мокрою, ґрунтові води можуть залягати на глибині більше 1 метра.

Після посіву землю знову коткують.

Сіяти буркун краще раною весною (березень-квітень) або влітку. Проведіть скарифікацію насіння і замочіть в теплій воді на 2–3 ч. Посійте в борозенки на глибину 2–3 см. Відстань між рядами 15–20 см. В перший рік утворюється зелений покрив, а на другий рік проводиться скошування.

Підживлювати посіви азотними добривами не потрібно – буркун сам їх виробляє у великій кількості. Йому більше потрібен фосфор і калій.

Сіють буркун навесні і восени, правила посіву практично не відрізняються.

Нерідко буркун може вражати борошниста роса, тоді стебла покриваються білим нальотом, і ріст рослин сповільнюється. З шкідників небезпечні совка, гусениці та клопи.

Поливати буркун рідко, негативно реагує на надлишок вологи. Може тривалий час переносити посуху, задовольняючись ранковою росою і дощами.

На зиму укриття не вимагає. Якщо буркун вирощувати як сидерат, то спеціально для розмноження нічого робити не потрібно, так як рослина прекрасно розмножується самосівом.

Буркун, або медова конюшина – відмінне органічне зелене добриво, прекрасна кормова культура і цінний медонос. Особливо його дію видно на солонцюватих ґрунтах, але рості він може всюди. Буркун як сидерат використовують по всій Європі і Азії, завезли в обидві Америки і в Австралії. Немає його хіба що в Антарктиді і в Арктиці.

Гречка (рис. 2.25)

Гречка має важливе агротехнічне значення. У зв'язку з придатністю для пізніх строків висівання та скоростиглістю вона є страховою культурою для пересівання озимини, що загинула. Її використовують для післяукісних і післяжнивних посівів, а також на зелене добриво. Гречка є добрим попередником для інших культур. Пояснюється це тим, що на площах, де її вирощують широкорядним способом, значно зменшується кількість бур'янів завдяки кількарязовим допосівним обробіткам ґрунту й міжрядним розпушуванням, а на звичайних рядкових – унаслідок пригнічення бур'янів під покривом гречки. Культури, які розміщують у сівозміні після гречки, мають набагато кращу врожайність. Однак значний біологічний потенціал гречки в землеробській практиці фахівці використовують ще не повною мірою. Ефективним методом є вирощування гречки як сидерату.



Рисунок 2.25 – Гречка в сидеральних посівах⁷⁹⁴

Переваги гречки як сидерату⁷⁹⁵:

1. Володіє коротким вегетаційним періодом – 70–85 діб, в залежності від сорту.
2. Потужна коренева система відмінно розпушує і структурує ґрунт. Відмираючи і розкладаючись, коріння залишають в ній ходи, по яких проходять повітря і вода. Крім стрижневого кореня рослина має дрібними розгалуженими корінцями, проникаючими в ґрунт на глибину до 35 см. Саме коріння гречки відіграє головну роль при сидерації. Кореневі виділення гречки у вигляді органічних кислот – лимонної, щавлевої і мурашиної роблять більш доступними для більшості рослин важко розчинні фосфорні сполуки.
3. Після перегнивання кореневі і рослинні залишки збагачують землю калієм, азотом, доступним фосфором.
4. Гречка, посіяна як сидерат, оздоровлює ґрунт, покращує її мікрофлору. Особливо помітно її застосування після зернових. Тут вона виконує роль фітосанітарії, позбавляючи ґрунт від патогенних мікроорганізмів, що викликають хвороби злакових культур, в тому числі кореневі гнилі.
5. Швидко розростаючись, коренева система гречки пригнічує ріст бур'янів.

⁷⁹⁴ Гречка як сидерат. URL: <https://jak.koshachek.com/articles/grechka-jak-siderat.html>.

⁷⁹⁵ Гречка як сидерат. URL: <https://android72.ru/allinnews/saleshop&com&uu/info/uk/vyrasivanie-grechka-ak-siderat.html>.

6. Гречку як сидерат рекомендується сіяти навколо дерев, між рядами в винограднику. Вона не висушує землю, добре затінює її розгалуженими пагонами, робить пухкої і родючою. Під час цвітіння рослина привертає різних корисних комах.

7. Може рости на бідних, слабокислих, важких ґрунтах. Але все ж кращі показники бувають на пухких, добре прогріваються чорноземах.

8. Гречка-сидерат – хороший попередник для овочевих культур, крім родини гречаних (щавель, шпинат, ревінь).

9. Ажурні білі суцвіття гречки прекрасно вписуються в будь-які квітники. Посадивши гречку серед багаторічників, можна оздоровити втомлену від них ґрунт.

Плюсів предостатньо, і такі перспективи порадуєть будь-якого господаря, який хоче зібрати зі своїх грядок хороший урожай. Але потрібно врахувати і мінуси. Хтось вважає, що вони незначні, а для когось це буде вагомим аргументом.

1. Гречка не переносить посуху. А значить, при відсутності дощів потрібно забезпечити повноцінний полив. У посушливих районах потрібно продумати цей момент, наприклад, чи буде можливість зробити полив регулярним.

2. Холод теж неприйнятний для цієї культури. У регіонах, де весна приходить пізно, а зима, навпаки, рано, потрібно добре врахувати час посіву і врахувати, що кілька разів за сезон посіяти гречку не вийде, як, наприклад, у південних регіонах.

3. Крім того, не всі рослини добре ставляться до цього сидерату. Тому потрібно знати, що можна посадити після гречки, а чого висаджувати не варто.

До вирощування гречки в більшості випадків звертаються дачники з важким і неродючим ґрунтом. Так як саме цей сидерат зможе вирости там, де не змогло пробитися жодна інша рослина. Єдине, що гречка не витримає це кислі підзолисті ґрунту (рН менше 4,5) і солончаки.

На відміну від сидератів, які можна посадити під зиму (гірчиця і жито) посів гречки випадає тільки на період, коли немає небезпеки повернення заморозків (друга половина травня). Не варто поспішати, навіть невеликий мороз (–2...–3°C) здатний погубити молоді незміцнілі сіянці. Однак і затягувати з посівом теж не варто, від літньої спеки погіршуються умови запилення, у випадку, коли потрібно отримати насіння. Норма посіву 7–12 г насіння на 1 кв. м, в залежності від стану ґрунту і цілі її вирощування, то це для залучення бджіл і поліпшення структури ґрунту, то для боротьби з бур'янами. Перед посівом рекомендується провести весняну оранку ґрунту. З практики дачників відомо, що якщо посадити гречку з півночі на південь, то врожайність підвищується.

Висів сидерату є одним з найголовніших заходів поліпшення фізичних властивостей і охорони ґрунтів. Добре розвинене коріння висіяних культур сприяє механічному розпушуванню ґрунтів, протидіє їх переущільненню технікою, зокрема, колісними знаряддями, поліпшуючи водний, повітряний і

тепловий режим. Сидерати також є перепорою для негативного впливу вітрової й водної ерозій, оскільки запобігають видуванню та змиванню верхнього шару ґрунту.

Висівають гречку в травні, коли ґрунт у верхньому шарі (8–10 см) прогрілася до 10 ° С. Якщо при вирощуванні на зерно кращий результат дає широкорядний спосіб посіву, то для отримання зеленого добрива сіяти треба густо. На важких ґрунтах насіння загортають на глибину 3–5 см, на окультурених – до 6 см. У суху погоду можна зверху прикатати катком або зворотню стороною грабелів. Перед дощем досить просто розкидати насіння по поверхні, не закладаючи в ґрунт. Норма витрати насіння – близько 150 г на 10 м²⁷⁹⁶.

Посів можливий і в літній період, і під зиму, за шість тижнів до перших заморозків. Посіяна після картоплі гречка до холодів встигне розквітнути. Але все ж кращий результат дає гречка, посіяна як сидерат навесні, коли в ґрунті достатньо вологи. Дружні сходи зазеленіють на восьмий-десятий день. Через 25–30 діб на нижніх стеблах з'являються перші квіти, потім розквітають бічні пагони.

Цвітіння гречки розтягується на тривалий період – від 20 до 40 і більше доби. У суху спекотну погоду воно може призупинитися. Вологий клімат, навпаки, стимулює появу нових суцвіть. Терміни посіву гречки як сидерат можна зрушувати. Для поліпшення структури ґрунту на одній ділянці можна виростити за сезон три врожаї сидерата.

Сіють раною весною, дають відрости, під час цвітіння підрізають плоскорізом під корінь. Знову висівають насіння на цій же ділянці (якщо сухо – поливають), точно так же зрізають в період цвітіння. Третій урожай йде в зиму без покосу. Навесні земля пухка і жива. Триразовий посів гречки не тільки покращує структуру ґрунту, а й позбавляє від злісного бур'яну – пирію.

В стадії цвітіння гречку закладають в ґрунт. За допомогою плоскореза підрізають коріння на глибині 5–7 см і злегка змішують із землею зелену масу. Полив ЕМ-препаратами або настоєм трав прискорює процес переробки коренів і зеленої маси в корисну органіку⁷⁹⁷.

Не варто відразу після збирання (скошування) гречки садити городні культури. Краще витримати два тижні, щоб залишилися живі коріння не гнобили послідовників. Для більшості городніх культур гречка є корисним попередником – знижує кількість бур'янів, покращує структуру ґрунту, зменшує ураженість злакових культур кореневою гниллю.

Як правило, результати використання гречки на сидерати видно відразу після перекопування – листя дерев в саду стає темно-зеленою, плоди виростають більшими, а їх смак помітно поліпшується. Гречка – сидерат – хороший попередник для овочевих культур, крім родини гречаних (щавель,

⁷⁹⁶

Гречка

як

сидерат.

URL:

<https://android72.ru/allinnews/saleshop&com&uu/info/uk/vyrasivanie-grecka-ak-siderat.html>

⁷⁹⁷

Гречка

як

сидерат.

URL:

<https://android72.ru/allinnews/saleshop&com&uu/info/uk/vyrasivanie-grecka-ak-siderat.html>

шпинат, ревінь). Насіння гречки шукайте там, де продається корм для тварин. Посівний матеріал можна знайти і в магазинах насіння і в магазинах для бджолярів, де продають насіння багатьох медоносів. Зовні така гречка виглядає, як би в одязі – зверху коричнева, а всередині блідо-зелена. Щоб бути впевненим, що насіння зійде, можна проростити невелику кількість у вологій серветці.

Вітчизняний і закордонний досвід свідчить, що проміжну сидерацію висіванням гречки та використанням соломи й рослинних решток гречки, вирощеної на зерно, за сучасних умов ведення землеробства можна розглядати як агрозахід багатопланової дії. Його основні переваги такі (на підставі узагальнень та досліджень⁷⁹⁸):

- дозволяє утилізувати значну кількість маси органічних речовин, що мінералізується у ґрунті, елементи напіврозкладених її продуктів цілком поглинаються ґрунтовим комплексом;

- солома й рослинні рештки повторно долучаються до кругообігу мінерального й органічного живлення рослин для формування нової біомаси рослин і вирощування нового врожаю;

- солома, розкладаючись у ґрунті, не забруднює його високими концентраціями нітратного азоту, органічним фосфором і калієм, також стабільний баланс між надходженням до ґрунту та витратами елементів живлення рослинами виключає вимивання рухомих елементів і винесення їх із поверхневими водами у водойми;

- деструкція біопрепаратом сприяє розвиткові фауни в ґрунті. Це веде до зростання активності бактерій, дощових черв'яків й інших живих організмів, що сприяє поліпшенню агрохімічних і фізичних властивостей ґрунту;

- сівба гречки разом із деструкцією соломи зменшує забур'яненість і поліпшує фітосанітарний стан ґрунту, зменшує засмічення посівів, а в окремих випадках і запобігає ураженню культурних рослин збудниками хвороб, що дозволяє мінімізувати внесення пестицидів, поповнити запаси органічних речовин й азоту в ґрунті та використовувати важкорозчинні сполуки фосфору з нижніх шарів ґрунту;

- окрім цього, метод дозволяє зменшити непродуктивні витрати вологи й поживних речовин завдяки послабленню процесів інфільтрації з кореневмісного шару ґрунту та підвищити коефіцієнт використання діючої речовини з добрив і хімічних меліорантів; мінімізувати процеси водної та вітрової ерозії; поліпшити агрофізичні властивості ґрунту завдяки розпушуванню його глибших шарів, а з відмиранням коренів – утворенню вертикального дренажу;

- пом'якшення ґрунтовтоми у спеціалізованих сівозмінах, надходження додаткових кормів для худоби, зменшення енергетичних і матеріальних ресурсів;

⁷⁹⁸ Іванишен В., Шувар І., Бурдига В., Центило Л., Сендецький В. Гречка на сидерат. The Ukrainian Farmer. 2017. Серпень. URL: <https://agrotimes.ua/article/grechka-na-siderat/>.

- збільшення врожайності сільськогосподарських культур і поліпшення якості продукції.

На основі виконаних експериментальних і виробничих досліджень розробленої й упровадженої нами технології у ПФ «Богдан і К» Івано–Франківської, корпорації «Колос ВС» Тернопільської, ТОВ «Агрофірма “Колос”» Київської та господарствах інших областей уважаємо за доцільне⁷⁹⁹:

- з метою збільшення виробництва зерна та поліпшення родючості ґрунтів в Україні розширити площу посіву гречки в проміжних посівах (післяукісно і післяжнивню) до 350–400 тис. га;

- післяукісні посіви гречки розміщувати після озимих зернових, капустяних, багаторічних трав, зібраних на зелений корм або сінаж; післяжнивні – після збирання ячменю озимого й інших зернових культур, гороху, капустяних, але не пізніше ніж 25–30 липня, а після 30 липня висівати гречку на сидерат. Післяжнивні рештки гречки на відміну від післяжнивних решток злакових культур містять більше азоту, фосфору, що сприяє поліпшенню родючості ґрунту. Тому гречка у сівозміні є добрим попередником для озимих зернових й інших культур;

- після збирання попередника здійснювати деструкцію соломи та рослинних решток біопрепаратом Вермистим–Д із мінімальною кількістю азотних добрив (8–12 кг/га) або з унесенням гноївки (5–10 т/га), або органічних добрив Біогумус (3–4 т/га), отриманих методом вермикультивування, або Біопроферм (5–6 т/га), отриманих методом біоферментації з одночасним загортанням у ґрунт на 8–12 см. Після цього висівати гречку з наступним коткуванням ґрунту. За нульового обробітку ґрунту гречку висівати безпосередньо в стерню (без здійснення деструкції) насінням, обробленим препаратом Вермимаг (6 л/га) на глибину 2–4 см;

- використовувати солому й рослинні рештки гречки на органічне добриво з використанням біодеструктора Вермистим–Д за такою схемою: до робочого розчину додають (залежно від кількості соломи й рослинних решток на гектарі) 8–12 кг/га аміачної селітри, або 10 кг карбаміду, або 10–12 кг КАС. Можна використовувати рідкі органічні добрива (гноївку), або добрива Біогумус (3–4 т/га), або Біопроферм (8–15 т/га) і загортати їх у ґрунт на глибину 10–12 см. Усі корисні мікроорганізми препарату Вермистим–Д й аборигенної мікрофлори, розмножуючись, утворюють до 4–6 т/га власної біомаси за рік, яка після відмирання стає цінним джерелом живлення для наступних мікроорганізмів і рослин;

- норма висіву насіння гречки післяукісно 2,0–2,5 млн/га схожих насінин за широкорядного способу сівби та 3,5–4,0 – за рядкового способу; за післяжнивню вирощування норму висіву збільшують на 15–20%;

- догляд за посівами включає післясходове боронування, підживлення в період до цвітіння гречки біостимулятором–добривом Вермимаг (7 л/га) у баковій суміші з карбамідом (10 кг/га);

⁷⁹⁹ Сидеральні культури. Практичні рекомендації / Антоненць С.С., Антоненць А.С., Писаренко В.М. [та ін.]. Полтава: РВВ ПДАА, 2011. 31 с.

- в органічному землеробстві вирощувати гречку на фоні мінерального удобрення лише природного походження – фосфоритного добрива й калімагу;
- в органічному землеробстві використовувати дозволені органічні добрива Біогумус, Біоактив і біопрепарати, зокрема, рідке органічне добриво–біостимулятор Вермимаг;
- для вирощування органічної гречки застосовувати органічне добриво Біопроферм зі збалансованим умістом тривалентного хрому й обприскування рослин під час вегетації регулятором росту Біохром;
- обов'язковим є вивезення бджолосімей на посіви гречки за 2–3 дні до початку цвітіння (3–4 сім'ї на 1 га).

Для покращення структури верхнього шару ґрунту і як меліорант використовується гречка. Її висівають звичайним рядковим способом з нормою висіву 80–110 кг/га. Після посіву доцільне прикочування. У період цвітіння–утворення перших зрілих плодів проводять прикочування посіву, потім дискування важкими дисковими боронами. При підсиханні маси проводять культивування, краще культиваторами КПЕ–3,8, або переобладнаною сівалкою–культиватором зерною стернвою СЗС–2,1 (переобладнані у ПП «Агроєкологія»). Зароблене зріле зерно гречки знову проростає і у фазу цвітіння рослин знову проводиться дискування. Передпосівна культивування проводиться культиваторами на глибину загортання насіння, використовуючи комбіновані агрегати АГ–6 "Борекс", АП–6 "Європак" та ін. За даними досліджень Полтавського інституту АПВ ім. М.І. Вавилова, за використання для удобрення зеленої маси гречки урожайність пшениці озимої становила 36,3 ц/га, що на 5,5–8,3 ц/га менше, порівняно з горохом і викою ярою. Нижча урожайність зерна пшениці озимої, при використанні гречки як сидеральної культури, порівняно з бобовими, зумовлена не кількістю приробленої зеленої маси, а різною удобрювальною її цінністю⁸⁰⁰.

Редька олійна (рис. 2.26)

Олійну редьку відносять до унікальних сидератів, у неї швидко росте надземна частина. Вже через 6–7 тижнів вегетативна маса рослини збільшується у 4–5 разів. У середовищі городників вона вважається найкращим натуральним «агрокілером», тому що пригнічує бур'яни, навіть такі стійкі як пирій повзучий.

Редька не тільки активний постачальник біомаси, а й природний лікар та очищувач землі. Редька дуже успішно бореться з багатьма захворюваннями, наприклад, такими як нематода та кіла у капусти. Її рекомендують висівати на землях, уражених захворюваннями та комахами шкідниками, кілька сезонів поспіль, поки ґрунт знову не стане здоровим.

Сіється редька олійна по свіжій оранці, в м'яку землю. Насіння знадобиться приблизно 300 грамів на одну сотку. Через 4 тижні після надземну частину рослини (після повного сходу) потрібно зрубати, наприклад, лопатою, і

⁸⁰⁰ Сидеральні культури. Практичні рекомендації / Антоненко С.С., Антоненко А.С., Писаренко В.М. [та ін.]. Полтава: РВВ ПДАА, 2011. 31 с.

перекопати разом із ґрунтом. Занадто товсті стебла можна використовувати для компосту.



Рисунок 2.26 – Редька олійна у посівах⁸⁰¹

Редьку олійну (в англomовній літературі більш відома як Fodder radish) (*Raphanus sativum* d. var. *oleifera* Metrg.) довго відносили до малопоширених рослин. Проте з середини 70-х років її використовують у весняних післяукісних та післяжнивних посівах у системі конвеєрного виробництва зелених кормів. Дуже швидко ця культура завоювала нові площі для різноцільових потреб не лише на теренах колишнього Союзу, а й у Польщі, Німеччині, Нідерландах, Фінляндії. Культура міцно утверджувалася як надзвичайно пластичний і високоврожайний вид, здатний вегетувати з ранньої весни до пізньої осені як у монокультурі, так і в травосумішах різного складу, формуючи за 40–50 днів вегетації від 30 до 70 т/га листостеблової маси збалансованої за вмістом перетравного протеїну.

Багатоцільове вивчення цієї культури в різних ґрунтово-кліматичних зонах дало можливість сформулювати основні позитивні риси, якими потенційно володіє культура: невибагливість до умов вирощування та попередника в сівозміні, висока продуктивність та поживність, продуктивне післяукісне та післяжнивне використання, висока інтенсивність функціонування кореневої системи, відносна толерантність до зміни строків сівби, швидкі темпи росту, висока позитивна реакція на мінеральне удобрення, висока конкурентоздатність

⁸⁰¹ Коваленко А. Як правильно застосовувати сидерати?URL: <https://propozitsiya.com/ua/kak-pravilno-primenyat-sideraty>.

до сегетальної рослинності, можливість продуктивного багатоконпонентного використання в складі кормових сумішок з широким набором супутніх культур, можливість багатоцільового використання (зелена маса, силос, сінаж, сидерат, трав'яне борошно), позитивний вплив на фітосанітарний та поживний режим ґрунту, добрий медонос, а також є засобом відродження родючості виснажених ґрунтів, як замітник органічних добрив при заорюванні біомаси.



Рисунок 2.27 – Редька олійна *Raphanus sativus L. var. oleifera Metzg* у дослідному посіві⁸⁰²

Потенціал формування листостеблової маси редьки олійної високий, а здатність до його підтримання у різних ґрунтово–кліматичних поясах підтверджена більше як піввіковим періодом її вивчення (табл. 2.28).

Особливої популярності має сидеральний напрям використання редьки олійної з огляду на систему позитивних рис цієї культури у варіантах біологізованих систем землеробства у якості проміжної сидеральної культури. Ці риси систематизовано у зведеній формі (табл. 2.29) по результатах багаторічного її вивчення у різних ґрунтово–кліматичних зонах та країнах.

⁸⁰² Цицюра Я. Г., Цицюра Т.В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ “Нілан ЛТД”, 2015. 624 с.

Урожай листостеблової маси і насіння редьки олійної у різних географічних регіонах за період 1950–2014 рр., ц/га^{803 804}

Пункт	Листостеблова маса	Насіння
Польща	300 – 700	15 – 22
Німеччина	300 – 750	16 – 24
Франція	250 – 480	12 – 16
Північні райони США	180 – 370	8 – 20
Литва, Естонія, Латвія, Білорусія	300 – 450	9 – 13
Молдова	250 – 400	8 – 15
Угорщина, Румунія	300 – 450	10 – 20
Україна:		
– <i>північні райони</i>	300 – 700	10 – 16
– <i>центральні райони</i>	300 – 520	12 – 20
– <i>південні райони</i>	220 – 350	11 – 18
Казахстан	200 – 340	12 – 15
Узбекистан, Таджикистан	140 – 200	3 – 7
Російська федерація:		
– <i>Архангельськ, Вологда, Новгород, Мурманськ, Карелія, Псков, Комі</i>	250 – 600	9 – 12,5
– <i>Чувашія, Мордва</i>	175 – 300	3 – 8
– <i>Белгород, Воронеж, Курськ, Липецьк, Тамбов</i>	170 – 310	9 – 12
– <i>центральні області</i>	400 – 600	5,5 – 10
– <i>Свердловськ, Челябінськ, Оренбург, Курган, Удмуртія</i>	460 – 650	5,5 – 12
– <i>Куйбишев, Пенза, Саратов, Волгоград, Астрахань, Калмикія, Татарстан, Башкіторстан</i>	300 – 450	5,2 – 12
– <i>Краснодар, Ставрополь, Ростов, Північне передкавказзя</i>	204 – 400	8,9 – 13
– <i>Іркутськ, Чита, Красноярськ, Норильськ</i>	180 – 414	8,9 – 10
– <i>Новосибірськ, Омськ, Кемерово, Тюмень</i>	410 – 500	5 – 22
– <i>Магадан, Камчатка, Хабаровськ</i>	205 – 500	5 – 12

⁸⁰³ Цицюра Я., Цицюра Т. Редька олійна – органічно-мінеральна система удобрення Пропозиція. 2019. № 10. С. 66–70.

⁸⁰⁴ Цицюра Я. Г., Цицюра Т. В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ “Нілан ЛТД”, 2015. 624 с.

Таблиця 2.29

Характеристика редьки олійної як сидеральної культури у випадку систематичного застосування впродовж ротації сівозміни (по зведених даних літературних джерел за 1960–2018 рр.)^{805 806}

Показники	Значення
Варіанти сидерації	Всі можливі: основна, післяукісна, післяжнивна, проміжна, підзимня зяблева тощо
Конкурентоздатність	Дуже висока, у сумісних посівах замає переважно середній та верхній яруси особливо при збільшенні індивідуальної площі живлення
Накопичення рослинної біомаси, т/га	25–50
Реакція на додаткове мінеральне удобрення	Позитивна в широкому діапазоні, особливо на азотні форми добрив: приріст від 20 до 180 %, залежно від дози удобрення
Швидкість розкладу біомаси сидерату	Інтенсивний для надземної листостеблової маси та повільний для корневих залишків
Підвищення вмісту гумусу за систематичного використання впродовж 1–2 ротацій сівозміни, %	0,15–0,70
Зниження кислотності за величиною рН, од.	0,1–0,3
Об'єм емісії вуглекислого газу з ґрунту, %	Підвищення на 18–60 %
Коефіцієнт структурності ґрунту	Підвищення в 1,15–1,23 рази
Щільність орного шару, г/см ³	Зниження на 12–28 %
Загальна пористість ґрунту, %	Підвищення на 10–30 %
Капілярна пористість ґрунту, %	Зниження на 8–20 %
Кількість водостійких агрегатів ґрунту, %	Підвищується на 3–14 % за 3–5 річний цикл використання
Доступність важкорозчинних солей та важкозасвоєваних солей ґрунтових мінералів	Підвищується щонайменше на 10–15 % за трьохрічний цикл використання
Мікробіологічна активність ґрунту	Підвищення в 1,25–1,60 рази, посилюється позитивна мобілізація органічної речовини, прискорюється розклад соломи та інших післяжнивних решток
Тепловий баланс ґрунту, °С	Загальна оптимізація зі зниженням амплітуди (нічні – денні)
Зниження чисельності ґрунтових нематод, цист/м ³ ґрунту	Загальне зниження в 1,3 – 2,0 рази (за використання)

⁸⁰⁵ Цицюра Я., Цицюра Т. Редька олійна – органічно-мінеральна система удобрення. Пропозиція. 2019. № 10. С. 66–70.

⁸⁰⁶ Цицюра Я. Г., Цицюра Т.В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ “Нілан ЛТД”, 2015. 624 с.

Зниження загальної забур'яненості поля, шт./м ²	Загальне зниження від 30 до 95 %
Зниження чисельності пирію, шт./м ²	Загальне зниження від 40 до 78 %
Тип забур'яненості поля	Змінюється в сторону переважання бур'янів пізньоярої однорічної групи
Накопичення амінокислот та активних біологічних хімічних реагентів у ґрунтах	Підвищення вмісту сірковмісних амінокислот, збільшення концентрації брасинотероїдів, інгібіторів, антиоксидантів, цілого ряду алелопатичних речовин та ін.
Баланс окисно-відновного потенціалу ґрунту	Нормалізація в сторону слабокисилої – нейтральної реакції
Швидкість настання фізичної стиглості ґрунту	Пришвидчення на 1 – 3 дні залежно від типу ґрунту
Баланс макроелементів, кг/га	Підвищення позитивності балансу на 15 – 40 %
Накопичення нітратів у ґрунті, мг/кг	Зниження на 35 – 70 % за регулярної сидерації у сівозміні
Накопичення нітратів у підґрунтових водах, мг/л	Зниження у 10 разів за регулярної сидерації у сівозміні
Накопичення радіоактивних ізотопів (Цезію–137) при сидерації радіоактивно-забруднених зон	Характерний понижений коефіцієнт переходу ізотопів з ґрунту навіть на піщаних та супіщаних ґрунтах
Підвищення урожайності ярих і озимих зернових, ц/га	Загальне підвищення в інтервалі 15 – 60 %
Підвищення урожайності цукрових буряків, ц/га	Загальне підвищення в інтервалі 8 – 25 %
Підвищення урожайності картоплі, ц/га	Загальне підвищення в інтервалі 20 – 45 %
Підвищення урожайності хмелю, ц/га	Загальне підвищення в інтервалі 20 – 35 %
Фітопатологічна ситуація поля	Загальне покращення із зниженням на 1 – 3 бали загальної фітопатологічної оцінки)
Витрати на сидерацію	Порівняно низькі у співставленні з іншими сидеральними культурами
Оптимальна ґрунтово-кліматична зона для сидерації	Оптимум зони достатнього та нестійкого зволоження, за ранніх або ж пізньосінніх строків сівби – також південні і навіть аридні зони. Ґрунтовий покрив – найширший діапазон варіантів
Собівартість як сидерату	Нижча порівняно з іншими культурами з родини хрестоцвітих на 22 – 35 %
Наявність ґрунтової вологи для розкладу сидеральної маси	Обов'язкова вимога на рівні щонайменше 55 – 70 % ПВ

Слід акцентувати увагу на окремих біолого–технологічних особливостях редьки олійної з огляду на оптимізовані моделі її використання у якості сидерату:

Інтенсивність накопичення та розкладення сидеральної маси редьки олійної має свої особливості. Вона швидко зростає, розвиває велику кількість листової і кореневої маси в короткий період від 25 до 40 днів, що відкриває можливість її використання в аридних умовах вегетації і, зокрема, за надранніх строків сівби. Її рослинна маса у більшій частині складається з листя, в якому вищий вміст азоту і вужче відношення вуглецю до азоту, завдяки чому надземна маса швидше розкладається в ґрунті і є для наступної с.–г. культури ґрунтовим живленням першої черги, в той же час корені, навпаки, потовщені і перегнивають вони в останню чергу, ритмічно і поступово забезпечуючи ґрунт і рослину поживними речовинами. Облік кількості рослинних залишків і урожаю надземної маси редьки олійної засвідчили, що на їх частку доводиться в середньому на удобрених варіантах у весняних посівах 30,4 % в післяукісних – 41,1 % післяжнивних 47,6 % від усієї біомаси. Найвищий коефіцієнт продуктивності кореневої системи у редьки олійної спостерігається у весняних посівах 4,4–4,6. У післяукісних і післяжнивних посівах він помітно знизився і склав відповідно до 2,6–3,0 і 1,8–2,0. Таким чином, кількість органічної речовини, яка поступає у ґрунт з кореневими і післяжнивними залишками редьки олійної залежить від термінів сівби, норм висіву, доз мінеральних добрив і метеорологічних умов. Найбільша кількість корневих рослинних залишків формується в проміжних посівах редьки олійної.

Встановлено також, що її зелена маса містить в собі стільки ж поживних речовин, скільки і коров'ячий гній: азоту – 0,5 %; фосфору – 0,25 %; калію – 0,6 %. У масі рослинних залишків, вирощених на площі в 100 м², міститься наступна кількість мінеральних добрив (в умовному перерахунку на хімічний склад): мінеральних добрив (в умовному перерахунку на хімічний склад): 3–5 кг аміачної селітри; 2,5–3,5 кг суперфосфату; 3,5–5,0 кг калійної солі. У зоні Лісостепу рослини поживного посіву редьки олійної у середньому накопичують до 65–85 кг/га азоту, 24–30 кг/га фосфору та 87–100 кг/га калію, що підтверджує високу здатність цієї культури до накопичення основних мінеральних сполук і подальшого використання їх основними польовими культурами (*табл. 2.30*). За результатами окремих досліджень за врожайності редьки олійної вище 400 ц/га у ґрунті залишається N_{75–120}P_{40–70}K_{210–250}. Позитивним чинником, що підкреслює важливість редьки олійної як сидерату є і висока зольність листостеблової маси редьки олійної.

Найбільше накопичення зольних елементів у листостебловій масі редьки олійної за літньої сівби відмічене в фазу початку цвітіння, а потім знижується до 20–22 % на фазу утворення стручка. За цим показником редька олійна випереджує всі сидеральні культури: люпин кормовий і конюшину лучну в 2,6 рази, буркун білий в 2,14, ярий ріпак – в 2,0, гірчицю білу – в 1,86, сумішку ярого ріпаку з викою – в 1,5 рази. відмічає, що навіть за літніх та пізньолітніх строків сівби редька олійна за умов помірного зволоження за період сходи –

утворення стручка здатна сформувати щонайменше 12–18 т/га листостеблової маси, а за умов зволоження періоду повні сходи – утворення стручка на рівні 100–120 мм навіть за цих строків сівби здатна сформувати на початок утворення стручка до 35 т/га листостеблової маси та 5,33 т/га сухої речовини, яку з успіхом можна використати для сидерації чи на інші господарські цілі вже починаючи з фази бутонізації (і навіть раніше) (табл. 2.31). При цьому вологість листостеблової маси буде досить високою до 95 %.



Рисунок 2.28 – Смугова сидерація редькою олійною (нижня фотографія у чергуванні із гірчицею білою)⁸⁰⁷

⁸⁰⁷ Чому варто вибрати сидерати для збагачення ґрунту. URL: <https://svitroslyn.ua/ua/articles/zelenye-udobreniya-kakie-sideraty-seyat-na-osen.html>.

Таблиця 2.30

Кількість елементів живлення задіяних у біологічному колообігу проміжними культурами (за 8-річну ротацію сівозміни), кг/га⁸⁰⁸

С.-г. культура	Всього використовується елементів живлення			В тому числі						Відношення поживних речовин залишених у ґрунті з рослинними рештками до їх виносу з урожаєм, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	вноситься з урожаєм			повертається у ґрунт з рослинними залишками			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
Озиме жито на зелену масу	110,0	30,30	113,0	77,4	19,6	90,3	32,4	10,7	23,1	41,9	54,6	25,6
Редька олійна	92,80	37,40	113,0	59,30	22,90	70,10	33,50	14,5	43,3	56,5	63,3	61,8
Гірчиця біла	89,50	27,40	98,90	64,00	18,10	64,50	25,50	9,26	34,4	39,8	51,2	53,3
Озимий ріпак	88,10	30,20	92,20	48,30	15,50	50,60	39,80	14,7	41,4	82,4	94,8	82,2
Серадела	60,30	17,80	40,70	40,40	12,00	29,90	21,30	5,8	10,8	53,0	48,3	36,1
Багаторічний кормовий люпин	65,90	13,30	33,10	28,20	6,05	17,70	32,90	6,81	13,3	117	112	75,1
Багаторічний гіркий люпин	144,0	29,0	66,6	–	–	–	144,0	29,0	66,6	–	–	–

Таблиця 2.31

Біологічна урожайність редьки олійної за етапами органогенезу⁸⁰⁹

Етапи органогенезу	Вологість листостеблової маси, %	Суха маса, %	Урожайність, т/га		Примітка
			листостеблова маса	суха речовина	
Бутонізація	94,68	5,32	28,2	1,50	
Початок цвітіння	88,40	11,60	31,0	3,60	
Повне цвітіння	86,30	13,70	34,6	4,74	Часткове вилягання
Утворення стручка	84,80	15,20	35,1	5,33	Повне вилягання

⁸⁰⁸ Цицюра Я. Г., Цицюра Т.В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ "Нілан ЛТД", 2015. 624 с.

⁸⁰⁹ Цицюра Я. Г., Цицюра Т.В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ "Нілан ЛТД", 2015. 624 с.

Крім того, зелена маса при закладенні в ґрунт розкислює його, діючи подібно внесенню вапна, так як має лужну реакцію клітинного соку (рис.).



Рисунок 2.29 – Заробка редьки олійної як сидерату у фазі бутонізації під посів гречки на дослідному полі ВНАУ (верхня позиція – стан поля після дискування дисковими боронами, нижня позиція – стан рослинних залишків редьки олійної на 5–ту добу після дискування у шарі обробленого ґрунту)⁸¹⁰



Рисунок 2.30 – Пожнивні рештки редьки олійної зароблені як сидерат після культивування сидерованої ділянки на 35–ту добу (акцентування на цінності редьки олійної як ефективного сидерата швидкої іммобілізації макро– і мікроелементів сидеральної маси та повільного розкладення коренів). На нижній фотографії добре помітні нерозкладені рештки саме кореневої системи та нижньої частини стебел редьки олійної)⁸¹¹

Особливості кореневого дренажу за використання редьки олійної. Іноді рослини редьки олійної називають "біологічним плугом", оскільки вони мають потужну стрижневу кореневу систему, яка глибоко проникає в підорні шари (рис.). За сучасних тенденцій використання нульового і мінімального обробітку ґрунту це дуже важливо. За рахунок корневих виділень вона сприяє поглинанню з ґрунтово–вбирного комплексу важкодоступних з'єднань

⁸¹⁰ Цицюра Я., Цицюра Т. Редька олійна – органічно-мінеральна система удобрення Пропозиція. 2019. № 10. С. 66–70.

⁸¹¹ Цицюра Я., Цицюра Т. Редька олійна – органічно-мінеральна система удобрення Пропозиція. 2019. № 10. С. 66–70.

фосфору, калію, кальцію, сірки, які утилізуються наступною в сівозміні с.–г. культурою.

Діаметр її кореневої шийки складає 2–2,5 см (у гірчиці близько 1 см), що дозволяє проникати в порівнянні з коренями гірчиці значно глибше, навіть на важких по механічному складу ґрунтах. Міра дренованості ґрунту рослинами редьки через це зростає, надлишки вологи йдуть в нижні горизонти ґрунту і тому навесні він швидше досягає фізичної стиглості, що сприяє посіву в оптимальні терміни.



Рисунок 2.31 – Коренева система редьки олійної за різних норм висіву (ліва позиція) та гірчиці білої також за різних норм висіву (права позиція)⁸¹²



Рисунок 2.32 – Коренева система редьки олійної сорту Журавка на фазу цвітіння

(Розкопку проведено на глибину 20 см до рівня різкого звуження головного кореня. Помітно, що основна маса коренів зосереджена у шарі ґрунту тощиною 25 – 30 см. Діаметральне розгалуження коренів (бічних латеральних різного порядку) становить від 5-8 до 12-15 см. Стрижневий корінь проникає в ґрунт на глибину до 50 – 80 см і являє собою тонку циліндричну структуру товщиною до 1,5-3,5 мм залежно від технологічних параметрів формування стеблестою з дрібними бічними корінцями.

Діаметр кореневого потовщення у наших дослідженнях коливався від 0,5 см до 5,5 см. Нами помічено, що існує певна залежність між діаметром кореневого потовщення та довжиною кореневої системи за головним напрямком її росту).

⁸¹² Цицюра Я., Цицюра Т. Редька олійна – органічно-мінеральна система удобрення Пропозиція. 2019. № 10. С. 66–70.

Позитивний вплив на системні властивості та режими ґрунту.

Використання редьки олійної як сидерату не лише позитивно впливає на процеси накопичення органіки у ґрунті, забезпечення позитивного балансу макро і мікроелементів, але й сприяє покращенню водно-фізичних властивостей ґрунтів. Так, використання поукісної редьки олійної на сидерат знижувало щільність орного шару ґрунту на 22 %, загальну пористість на 15 % порівняно з контролем. За цих умов зменшувалась капілярна і підвищувалась некапілярна пористість. Зниження об'ємної маси ґрунту становило щонайменше 15–18 %. Вказується також, що одним з недоліків сидерації є висушення ґрунту під час вегетації сидератів, а заорювання їх під інші культури в посушливі періоди знижує ефективність сидерації. Це часто спостерігається в сидеральних парах коли з якоїсь причини заорювання сидерату ведеться із запізненням, незадовго до сівби озимих культур. Для того, щоб цього не відбувалося, сидеральну редьку олійну в пару необхідно заорювати, залежно від метеорологічних умов, не пізніше чим за 25–30 днів до висіву основної культури. Краще заорювати сидерати під ярі культури пізно восени або весною. За осінньо-зимовий і ранньовесняний періоди в ґрунті відновлюється оптимальна для сходів і розвитку ярих культур вологість ґрунту. Дотримання таких умов сприяють вологозбереженню у варіантах використання сидерату – вологість ґрунту в шарі 0–40 см була на 6–12 % вищою, ніж у варіанті без сидеральної редьки.

Систематичне використання редьки олійної в якості сидерату поліпшує і загальну структуру ґрунту. Так, на ділянках сидерації впродовж 2–3 років кількість водостійких агрегатів ґрунту (0,25–0,50 мм) зросла на 3–5 %, а загальна глинистість ґрунту знизилась на 2,5–6 % у перший рік її використання до 18–22 % і 16–24 % відповідно на 3–4 рік систематичного застосування сидерату. Доведено також, що післязливні посіви редьки олійною сприяють зниженню забруднення ґрунту нітратними формами азоту – редька олійна активно поглинає нітрати з ґрунту і накопичує їх у своїй біомасі. Концентрація ґрунтових нітратів після редьки олійної була в середньому на 70 % меншою, ніж при посіві культур без використання редьки олійної під покрив та в якості проміжного сидерату. Кореневі виділення редьки олійної дещо поступались мальві мелюці та сприяли оздоровленню ризосферної зони, на що вказують дані по заселенню частин ґрунту азотобактером. В порівнянні з контролем при вирощуванні редьки олійної як сидерату фітотоксичність ґрунту знижувалася в 1,5–2,0 рази. Таким чином, вирощування редьки олійної – важливий екологічний важель формування позитивних мікробних угруповань ризосфери ґрунту. Редьку олійну можна ефективно використовувати як проміжну культуру в короткоротаційних сівозмінах для покращення попередника в якості проміжної культури між двома основними. В умовах аграрного виробництва, особливо з урахуванням ринкової направленості спеціалізації багатьох господарств не завжди вдається концентрувати основні сільськогосподарські культури по оптимальних попередниках. В силу цих причин хрестоцвіті проміжні культури, володіючи інтенсивними темпами росту з накопиченням високих рівнів біомаси, алелопатичними властивостями за рахунок високого вмісту сірковмісних сполук, гірчичних масел, глюкозинолатів, індольних речовин і інших фізіологічно активних сполук – важливий резерв оптимізації

сівозмін, зниження негативної дії суміжних культур у сівозміні за рахунок проміжного вирощування останніх. Під дією цих "речовин відбувається втрата вірулентності деяких патогенних бактерій, що знаходяться в ґрунті. Кореневі виділення хрестоцвітних знижують проростання спор збудників хвороб і пригнічують довжину ростових трубок у них. При цьому спостерігається також стискування вмісту клітин мікроспор, що призводить до їх деструкції і загибелі. Посів хрестоцвітних стримує також розвиток бур'янів, оскільки їх кореневі виділення пригнічують схожість насіння деяких видів смітних рослин. Завдяки швидкому розвитку редьки олійної знижується щільність забур'янення пирієм повзучим. Загибель пирію повзучого учені пояснюють алелопатичною дією хрестоцвітних культур, які несприятливо впливають на фізіолого-біохімічні процеси рослин-акцепторів, що призводить до пригнічення їх росту і розвитку і, як наслідок – до загибелі. Ряд вчених сходиться на думці, що коренева система редьки олійної виділяє в ґрунт інгібітори, що викликають в кореневищах пирію синтез агропірену, паралізуючого функціонування його провідної системи. У Білоруському НДІ землеробства і селекції учені встановили високу конкурентоспроможність з бур'янами редьки олійної, яка, на думку авторів, має і хімічну природу внаслідок алелопатичного впливу на такий злісний бур'ян, як пирій повзучий. У дослідках було встановлено, що використання редьки олійної і ріпаку ярого в післяукісних посівах сприяло загибелі рослин пирію повзучого на 72,0–74,2 %, а його кореневищ – на 61,9–64,9 %, малорічних бур'янів стало менше на 89,9–92,2 %. Урожайність ячменю збільшилася на 1,2–1,3 т/га, або на 28 % (рис. 2.33).



Рисунок 2.33 – Активне пригнічення розвитку бур'янів в посівах редьки олійної за рахунок висок.их темпів росту та інтенсивного розвитку асиміляційної поверхні (верхня позиція – у фазу початку цвітіння, нижня позиція – у період активного плодоношення, коли за рахунок зниження або ж повного затухання ростових процесів та інтенсивного зниження облистяності, бур'яни активізують свій ріст)⁸¹³

⁸¹³ Цицюра Я., Цицюра Т. Редька олійна – органічно-мінеральна система удобрення Пропозиція. 2019. № 10. С. 66–70.

Редька олійна є досить потужним емітером CO₂ в процесі її розкладання в ґрунті після заробки. Вивчені сидеральні культури за величиною ґрунтового дихання (мг/м²/хв) в цих же дослідженнях можна розмістити в наступному порядку: редька олійна 73,7 – пелюшка польова 42,0 – пажитниця багатоквіткова 39,2 – люпин вузьколистий 35,6.



Рисунок 2.34 – Сидерація редькою олійною, гірчицею білою та житом озимим у теплиці⁸¹⁴

Таким чином, редьку олійну слід і необхідно рекомендувати в біологічних системах технологій направлених на відновлення родючості порушених земель, на забезпечення сидеральних систем удобрення в різних системах обробітку та як активного і ефективного фітосанітара поля.

Технології вирощування редьки олійної як сидерата опрацьовано Спількою органічного землеробства. За їх даними, найскладніші умови для сидерації редьки олійної складаються за її вирощування в післяжнивний період (липень–серпень), який характеризується найбільшим дефіцитом вологи в Україні. Її запаси в шарі 0–10 см на чорноземах Центрального Лісостепу становлять 3–8 мм і значно менше в інших, не таких родючих, ґрунтових відмінах. Аби не допустити повного випаровування води з призначеного під сидерати ґрунту, треба разом зі збиранням попередника і, як виняток, – через один день після збирання, застосувати поверхневий обробіток ґрунту, що складається з його дискування на 5–6 см, боронування та прикотковування поверхні кільчастими котками. Такий обробіток, особливо проведений уночі, руйнує капіляри між верхнім обробленим і нижніми необробленими більш зволженими шарами (з яких вода піднімається по капілярах вгору), що припиняє її випаровування та сприяє поступовому зволоженню верхнього шару.

⁸¹⁴ Сидерати в теплиці восени. Варра Блог садівників та дачників URL: <https://barra.com.ua/>.

Іншим, менш ефективним джерелом зволоження поверхні ґрунту в цей період є роса, що випадає внаслідок конденсації водяної пари (після нічного зниження температури ґрунту та охолодження приґрунтового повітря). Шар роси, утвореної за одну ніч, досягає 0,1–0,5 мм. А за рік її випадає до 40 мм, тобто така кількість, що відповідає місячній нормі атмосферних опадів у Центральному Лісостепу у квітні чи серпні – листопаді. На утворення роси та на її кількість впливає багато чинників, зокрема вітер. Якщо він має малу швидкість, то до кожного предмета (грудочки, рослини), на якому осідає роса, піднімаються нові й нові порції водяної пари, що збільшує кількість вологи. За великої сили вітру роса не утворюється. Роса утворюється здебільшого на рівній, проте шорсткій, поверхні ґрунту, якій відповідає технологія наведеного поверхневого обробітку під сидерати. Та більшість сучасних агрономів не знайомі з переліченими виробничими й природними особливостями. Тому й не поспішають створювати належні умови для виробництва сидеральних добрив, вважаючи, що сидерати виростуть і за умов пізнього обробітку ґрунту, а за першої невдачі роблять висновок про недоцільність сидерації.

Узагальнені рекомендації авторів та власні напрацювання автора у рамках виконання тематики розробки адаптивної технології вирощування редьки олійної в зоні Лісостепу правобережного для комплексного її використання (за період 2010–2022 рр.) щодо сидерації редьки олійної у зоні достатнього зволоження (табл. 2.32) зводяться до впровадження – у стислі строки зазначених вище прийомів підготовки ґрунту, застосування азотних добрив (30–60 кг/га), високоякісного насіння з обов'язковим його протруюванням напередодні сівби та загортання сидеральної маси на глибину 15–30 см. Така технологія сприяє збереженню в ґрунті залишку води, не використаного попередником, сприяє накопиченню води в поверхневому шарі ґрунту за рахунок підняття з нижніх шарів, що забезпечує появу повних сходів рослин через 3–4 доби після сівби, а густий їх травостій є середовищем для утворення великої кількості роси, яка рятує рослини від загибелі в перші дні вегетації.

Навіть найменші дощі (3–5 мм), які в агрономії вважаються неефективними, для післяжнивних сидератів дуже корисні. Подальші, більш рясні, дощі (до 10 мм і більше) зволожують ґрунт спочатку на глибину до 15 см, а згодом – на всю глибину кореневмісного шару. Такі умови в поєднанні з теплою погодою в липні – вересні сприяють інтенсивному її росту, перешкоджають розмноженню бур'янів та шкідників. Особливо велику допомогу молодим рослинам-сидератам редьки олійної у разі недостатнього зволоження ґрунту надає роса, бо лише вона рятує рослини від загибелі в суху жарку погоду, а спадаючи з рослин, – поліпшує зволоження поверхні ґрунту та приґрунтового повітря.

У зоні з менш стійким зволоженням заслуговує на увагу пряме висівання редьки олійної стерньовими сівалками без передпосівної підготовки ґрунту.

Сумішки редьки олійної з іншими кормовими культурами (вівсом, горохом, пелюшкою та ін.) в якості сидерату здебільшого потрібні в господарствах із розвиненим тваринництвом, де сидерацію поєднують зі зміцненням кормової бази.

Основні технологічні параметри використання редьки олійної як сидерату⁸¹⁵

Технологічні складові	Параметри
Оптимальні культури для даного сидерату	Всі не хрестоцвіті овочеві, картопля, цукрові і кормові буряки, зернові ярі групи, міжряддя саду (кісточкові та зерняткові породи)
Строки сівби сидерату	Самий широкий діапазон від кінця березня до другої декади вересня залежно від типу та характеру сидерації
Строки сидерації	Не пізніше як за 30 днів до посіву наступної культури
Підготовка ґрунту під посів сидерату	Варіант поверхневого обробітку на глибину до 8–10 см. У суху пору року післяпосівне коткування
Норма висіву	Рекомендована 2,0–2,5 млн шт. схожих насінин/га з міжряддям 15–30 см, або ж розкидний (суцільний) з нормою висіву 2,5–3,0 млн шт. схожих насінин/га. За посушливих умов на час сівби норму збільшують на 25–40 %. Використання також дозованих пакетів насіння з розрахунку на 1 сотку посіву
Підготовка насіннєвого матеріалу	Насіння протруєне проти шкідників (зокрема хрестоцвітих блішок особливо за літньої сівби) рекомендованими препаратами
Можливість сумісної сидерації з іншими культурами	Можлива з використанням сидеральної суміші у склад інших хрестоцвітих та бобових компонентів
Глибина посіву сидерату	Від 3 до 5 см залежно від механічного складу ґрунту і умов ґрунтового зволоження
Удобрення сидерату	Рекомендовані дози N _{30–60} кг/га д. р.
Оптимальна фаза заробки сидерату	Залежить від характеру сидерації: як компонент органічного удобрення від фази бутонізації до фази цвітіння; як зелена мульча – стеблуння – бутонізація. На бідних ґрунтах за мов підзимньої сівби від фази бутонізації до фази плодоношення (“зеленого стручка”)
Глибина заробки сидерату	15–30 см залежно від типу ґрунту і наступної культури або ж інтенсивне перемішування сидерату з ґрунтом в шарі 8–12 см
Спосіб сидерації	Заробка у ґрунт; мульчування підв’яленою листостебловою масою з послідуочим загортанням; мульчування підсушеними частинами стебел у подрібненому або ж цілісному стані з послідуочим загортанням
Необхідність у попередній підготовці сидеральної маси	Потрібна. Рекомендується 1–2 дискування на глибину 8–12 см або ж підкошування. У випадку використання комбінованих сучасних агрегатів необхідність у остаточній заробці у ґрунт є мінімальною. На присадибних ділянках застосовують підкошування з підв’яленням маси з послідуочим приорюванням або ж посів сидерату під зиму з заробкою залишків на весні.
Вимоги до вологісного режиму сидерації	Бажане загортання у вологий ґрунт, або ж у період достатнього атмосферного зволоження. Приорювання у сухий ґрунт або ж у період тривалої ґрунтової посухи є небажаною і неефективною

⁸¹⁵ Цицюра Я., Цицюра Т. Редька олійна – органічно-мінеральна система удобрення. Пропозиція. 2019. № 10. С. 66–70.

Зелену масу редьки олійної на сидерат рекомендується скошувати у період бутонізації до початку цвітіння, коли в ній міститься найбільша кількість азоту. Необхідно враховувати також труднощі загортання біомаси редьки олійної у ґрунт. Велика наземна маса (200 ц/га і більше) у ґрунт загортається погано, якість заорювання незадовільна. При високій урожайності маси поле обробляють дисковими знаряддями в один-два сліди. Через 3–4 доби після підв'ялення сидерату знову проводять лушчіння або ж дискування, а потім заорювання за загальноприйнятою технологією. Сидерат із невеликою біомасою заорюється безпосередньо. Рекомендується ще така технологія: сидерат коткують гладкими котками, після чого оранку ведуть у напрямку проходу котків.

При врожайності зеленої маси редьки олійної вище 400 ц/га у ґрунті залишається $N_{75-120}P_{20-30}K_{50-70}$. Висівають редьку олійну звичайним рядковим способом з міжряддями 15 см. Норма висіву 2,5–3 млн. схожого насіння на 1 га (15–20 кг/га). Насіння загортають не глибше 2–3 см. Редьку олійну вирощують у чистому безпокритому посіві, а також її можна підсівати до кукурудзи на зелений корм у фазі 3–4 листків. Дискують на сидерат у фазі бутонізації – початку цвітіння.

Горох польовий (Пелюшка) (Pisum arvense) (рис. 2.35)

Ця культура успішно культивується на всіх типах ґрунтів, крім солонцевих, не переносить перезволожений земель. Найкраще росте на суглинкових та супіщаних ґрунтах, на ґрунтах з підвищеною кислотністю (рН 5,5). Пелюшка невибаглива до попередників, тому сіяти її можна після озимих, ярих зернових і просапних. У переважній більшості пелюшку висівають в сумішах з підтримуючою культурою: вівсом, ячменем, житом, тритікале, гірчицею, ярим ріпаком. Сівбу проводять суцільним рядковим способом зерновими сівалками. Глибина загортання насіння 5–7 см. Норма висіву пелюшки – 1,2–1,3 млн. насінин на гектар. В сумішах висівається на гектар 150–160 кг пелюшки та 60–80 кг вівса, або ячменю ярого. В суміші з капустяними культурами норма висіву пелюшки 1,2–1,3 млн. насінин на гектар і 0,5 млн. – гірчиці білої, ріпаку. Урожайність зеленої маси становить 300–400 ц/га. За допомогою бульбочкових бактерій пелюшка здатна накопичувати на 1 га до 60–100 кг біологічного азоту. За даними досліджень Полтавського інституту АПВ імені М. І. Вавилова, при вирощуванні пшениці озимої на фоні заробки зеленої маси гороху урожайність культури (в середньому за 2004–2006 рр.) збільшувалася, порівняно з контролем, на 22–25 %.

Як сидерат цінується за скоростиглість (одну з найкращих серед бобових), що дає можливість використовувати його в проміжних посівах (перед озимими або після озимих і ранніх ярових зернових і овочів). Горох посівний використовують одночасно і на продовольчі цілі, і на добриво.

Після розкладання в ґрунті біомаса стає легкозасвоюваним рослинами добривом, а ґрунт поповнюється органікою, гумусом. Завдяки клубеньковим бактерій, які розвиваються на коренях, видобуває з повітря азот і накопичує

його, хоча і менш ніж буркун, люцерна та люпин, але значно більше, ніж будь-які хрестоцвіті та злакові сидерати.



Рисунок 2.35 – Посів гороху польового (пелюшки)⁸¹⁶

Дренує, покращує структуру ґрунту, підвищує її повітря – і вологостійкість.

Оздоровлює ґрунту. Покращує умови життєдіяльності черв'яків і ґрунтових мікроорганізмів, при розкладанні служить їм кормом. Це, в свою чергу, призводить до зменшення захворюваності рослин і підвищення врожайності. При щільному посіві в окультурені ґрунту пригнічує розвиток бур'янів.

Серадела (*Otithopus sativus* Broth) (рис.2.36). Однорічна бобова рослина, за своєю здатністю рости на піщаних ґрунтах наближається до жовтого люпину. Проте на глибоких сухих рихлих пісках вона росте погано. Добре росте на легких ґрунтах з слабкокислою реакцією (рНсол. 5,0–5,5), коли ґрунтові води знаходяться від поверхні на глибині більше 1 м.

Азотофіксуюча здатність цієї рослини менша, ніж багаторічного люпину, в середньому розміри фіксації азоту досягають 150 кг/га.

Конюшиною піщаних ґрунтів називають сераделлу, хоча краще вона вдається на супісках і легких суглинках. Підходять для неї і осушені торфовища, де не спостерігається перезволоження. Ця культура має високі

⁸¹⁶ Органічні добрива: навчальний посібник (для студентів напряму підготовки 201 «Агрономія») / С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький [та ін.]. Житомир: Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 200 с.

кормові переваги: містить 16% і більше протеїну в розрахунку на суху масу. Її використовують на пасовищах. Вона мало страждає від витоптування і добре поїдається худобою. Забирають сераделлу на зелений корм у фазі цвітіння, але в силос, сінаж і сіно – трохи пізніше.



Рисунок 2.36 – Сераделла у сидеральному посіві⁸¹⁷

За облистяністю сераделла перевершує інші однорічні рослини. Крім того, вона сильно гілкується, утворює масу тонких, м'яких стебел заввишки 50–60 см, що не грубіють до пізньої осені. Листя складне, непарноперисте. Квітки дрібні, блідо-рожеві, білі, зібрані у суцвіття у вигляді пухкої головки. Плід – багатонасінний боб. Маса тисячі насіння менше 4 р. Боби схожі на пташину лапу, звідси і друга назва сераделли.

Ця культура відносно невибаглива до тепла. Насіння починає проростати при 2–4°C. Переносить вона і осінні заморозки. Сераделла росте спочатку повільно, доки розвинеться коренева система. За добу довжина її збільшується приблизно на 5 см. Прискорення зростання настає через 40–45 днів, що збігається з цвітінням.

На коренях сераделли, як і інших бобових, утворюється маса бульб, за допомогою яких вона видобуває азот з атмосфери. Але, щоб це відбувалося, необхідно насіння обробляти ризоторфіном. Використання такого прийому не обов'язково, якщо на ділянці раніше оброблялася ця ж культура або люпин (клубенькові бактерії сераделли і люпину відносяться до однієї раси).

Слабке місце у цієї рослини – вилягання. З цієї причини його часто висівають із підтримуючою культурою. Це може бути райграс однорічний, гірчиця біла тощо. Коли ж сераделлу підсівають навесні під озиме жито, то після збирання останнього залишається стерня, яке дещо утримує бобові

⁸¹⁷ Сераделла. URL: <http://www.tsvetnik.info/green-manure/ornithopus.htm>.

сидерати від вилягання. Однак найкращі результати виходять, якщо покривна культура вирощується на зелену масу.

При підготовці ґрунту під сераделлу знищують бур'яни і створюють гарну аерацію в орному шарі, що посилює азотфіксацію бульбочковими бактеріями. Оскільки вона виносить сім'ядолі на поверхню, глибина загортання насіння не повинна перевищувати 2–2,5 см. Норма висіву – близько 4 г на кв.м. Як і всі бобові, сераделла добре відгукується на фосфорні, калійні, борні та молібденові добрива. Останніми двома зазвичай обробляють насіння.

Вапнування сераделли не потребує: оптимальна величина рН для неї – 4,5–5. Як сидерату її можна обробляти після збирання ранньої картоплі, редиски, зернових. Так як коренева система бобових має високу засвоєну здатність, вони добре використовують елементи живлення рослин, що залишилися в ґрунті після вирощування інших культур. Не є винятком і сераделла. І лише на низькородючих ділянках бажано під неї внести по 3–4 г діючої речовини фосфорних та 6–9 г калійних туків на 1 кв.м. Не слід забувати, що це – вологолюбна культура.

Зелену масу сераделли закладають у ґрунт восени. Щоб прискорити процеси мінералізації, її треба подрібнювати. На полях, де використовують трактори, заздалегідь сераделлу прикочують. Це полегшить оранку. При скошуванні надземної маси на корм пожнивні та кореневі залишки залишаються на зелене добриво.

Глибиною заорювання сидератів регулюються процеси гумусоутворення. Дрібна загортання більшою мірою підвищує врожай, ніж глибока. У зворотній залежності знаходиться накопичення гумусу. При заорюванні зеленої маси разом із соломною мікробіологічні процеси дещо послаблюються і, навпаки, прискорюються, якщо до сидератів додати гній чи тваринницькі стоки.

Серадела – вологолюбна рослина. В перші 4–6 тижнів у неї переважно розвивається коренева система і дуже повільно росте надземна маса. Вона добре використовує фосфор з важко доступних сполук.

На зелене добриво, залежно від умов, використовують усю рослинну масу (повне зелене удобрення), або укісну масу і тільки відростаючу отаву. Враховуючи добру здатність її до відростання, більше значення має комплексне використання серадели: укісна маса – на корм (зелена маса добре силосується і поїдається всіма видами тварин), а відростаюча отава – на зелене добриво. Щоб одержати задовільний урожай отави, необхідно перший укіс провести не пізніше ніж через 15–20 днів після появи на нижніх ярусах перших зелених бобів. Більш пізнє збирання збільшує урожай першого укусу, але після цього дуже повільно, а то і зовсім не відростає отава.

На більш важких ґрунтах сераделу вирощують як підсівну культуру: підсівають рано навесні під озимі чи під ярі культури. На відміну від багаторічного люпину і буркуну серадела не переростає покривну культуру. При нестачі в ґрунті вологи підсівна культура не вдається. В чистому вигляді цю культуру не висівають, тому що вона сильно пригнічується бур'янами.

Сераделлу висівають провесною як самостійну культуру або під покрив озимих або ярих колосових. Норма висіву 40–50 кг/га. Росте повільно, починає цвісти через 40–45 діб після посіву і цвіте все літо (насіння дозріває нерівномірно). Урожай зеленої маси при сівбі 200–300 ц з 1 га, при підсіві – до 200 ц з 1 га. Зелена маса добре поїдається тваринами та силосується. У 100 кг міститься 15,3 кормової одиниці і 2,7 кг перетравного протеїну. Сераделла швидко відростає після скошування; використовується для випасання худоби.

Сераделла збагачує ґрунт азотом, фосфором та кальцієм. Зелену масу сераделли можна використовувати як зелене добриво, і корм корм худобі. Хороший медонос.

Наведемо основні результати вивчення ефективності застосування сераделли як сидерату на підставі узагальнення досліджень Білоуса Н.М. із співавторами⁸¹⁸. Сераделла, завдяки своїй здатності фіксувати азот повітря, не поступається за удобрювальною цінністю люпину вузьколистого і жовтого люпину.

У довоєнних дослідах Новозибківської дослідної станції, коли тільки починалося освоєння піщаних ґрунтів, при заоранні на глибоких пісках однакової кількості зеленої маси (36 т/га) люпину та сераделли було отримано по люпину 16 ц/га зерна озимого жита, по сераделлі – 17, , а чиста пара забезпечила отримання лише 7 ц/га зерна, тобто. надбавка від запашки 36 т/га люпину склала 9 ц/га, сераделли –10,5 ц/га.

Внесення під картопля (на дрібних пісках) по 27 т/га зеленої маси люпину та сераделли забезпечило отримання 257 та 284 ц/га бульб картоплі відповідно, а без зеленого добрива – 122 ц/га.

На глибоких пісках при слабкій вологозабезпеченості сераделла часто діє ефективніше, ніж люпин, навіть за менших обсягів внесення. Так, в одному з 5–річних дослідів при заоранні 213 ц/га зеленої маси люпину було отримано в середньому 12,8 ц/га зерна жита озимого, 167 ц/га картоплі, 11,7 ц/га зерна вівса, а при заоранні 104 ц/га зеленої маси сераделли –13,7; 174 та 12,4 ц/га відповідно.

Зелена маса сераделли містить менше клітковини, тому швидше мінералізується у ґрунті, краще забезпечує у початковий період розвитку рослин наступних культур елементами живлення.

Визначення коефіцієнтів використання азоту показало, що із зеленої маси люпину використовувалося 18,2% азоту, із сераделли – 19,9%.

За удобрювальною цінністю сераделла г: поступається жовтому люпину і гною. В одному з дослідів внесення під картопля однакових кількостей (по сухій речовині) люпину жовтого, гною та сераделли отримані практично однакові врожаї бульб.

⁸¹⁸ Сераделла-ценная кормовая и сидеральная культура лёгких почв Нечерноземной зоны. Под общей редакцией доктора сельскохозяйственных наук, профессора Н.М.Белоуса. М.: «Агроконсалт», 2003.76 с.

Відмінним добривом є і отава сераделли. Якщо запашка всієї маси сераделли забезпечувала збільшення 5,7 ц/га зерна озимого жита, то отава – 2,7 ц/га. Урожай отава при цьому в середньому за 9 років був на рівні 92,3 ц/га.

Підвищують урожайність наступних культур та одні рослинні залишки сераделли, прибраної на корм чи насіння. Надбавка при цьому досягає 2,0–2,5 ц/га зерна озимого жита, а в середньому за 9 летона склала 1,7 ц/га в порівнянні з чистим паром. Узагальнені дані з інших дослідів показують, що врожайність зернових культур (ярих та озимини) підвищується на 20% при використанні поживно–коренових залишків сераделли.

Досліди 60–80 років показують, що ефективність зелених добрив досить висока і при окультуренні ґрунту. Якщо на першому етапі окультурення ґрунту збільшення врожайності озимого жита досягало 9–11 ц/га зерна, то три підвищення вмісту гумусу з 0,7 до 1,5%, P_2O_5 з 8–9 до 25 мг/100 г, K_2O з 2–3 до 6–7 мг/100 г ґрунту надбавки від тих же кількостей зеленої маси сераделли знизилися до 5–8 ц/га зерна озимого жита (при зростанні врожайності на контролі з 7 до 15 ц/га).

У тривалому стаціонарному досліді, закладеному на глибоких пісках, урожай сухої речовини надземної маси сераделли (в середньому за 16 років) на фоні без добрив дорівнював 13,2 ц/га, на тлі $P_{60}K_{60}$ – 26,6 ц/га. У сухій речовині містилося 33,7–73,3 кг/га N, 12,2–25,5 кг/га P_2O_5 і 14,5–44,1 кг/га K_2O відповідно.

В іншому досвіді, що проводився також на глибоких пісках, в урожаї сераделли накопичувалося (в середньому за 3 роки) 199,5 кг/га N; 49,2 кг/га P_2O_5 та 185 кг/га K_2O . При цьому після збирання залишалося 24,8 ц/га сухої речовини поживно–коренових залишків на невдобреному контролі та 31,1 ц/га на варіанті з внесенням РК. Овес на аналогічних варіантах залишав 30,1–39,4 ц/га сухої речовини поживно–коренових залишків.

У рослинних рештках сераделли містилося 64,883,8 кг/га N; 17,4–22,4 кг/га P_2O_5 та 37,5–54,8 кг/га K_2O залежно від добривості ґрунту. У поживно–коренових залишках вівса містилося відповідно 28,5–37,8 кг/га N, 2426 кг/га P_2O_5 та 44–64 кг/га K_2O . Як видно з наведених даних, у поживно–коренових залишках сераделли вміст азоту було більш ніж у 2 рази більше, вміст фосфору та калію майже такий же, як у поживно-коренових залишках вівса, тому врожайність ячменю на добривому варіанті по вівсу склала 19,1–19,6 ц/га, а по сераделлі – 24,9–25,6 ц/га.

Високий вміст азоту в зеленій масі основного укусу, в отаві, поживно-коренових залишках виділяє сераделлу в число цінних попередників для багатьох культур, що не поступається жовтому кормовому люпину.

Так, у тривалому стаціонарному досвіді в середньому за 16 років урожайність зерна озимого жита при заоранні 80 ц/га отава сераделли і відповідної кількості поживно-коренових залишків склала 15,8 ц/га, а при запашке 220 ц/га зеленої маси 5 ц/га. Ця рівність зберігалася і при додатковому внесенні органічних і мінеральних добрив, врожайність жита при цьому підвищувалася до 28 ц/га.

Доцільно використовувати на зелене добриво та підсівну сераделлу. Оскільки підсівна сераделла збільшує біомасу після збирання покривної культури, в осінній період, то під озимі вона не встигає добре розвинути і її необхідно використовувати під ярі культури. Найкраще відгукується на зелене добриво картопля. Так, в одному з дослідів Новозибківської дослідної станції на глибоких пісках врожайність бульб картоплі з гною склала 168 ц/га, гною та поживного люпину – 226, гною та підсівною сераделле – 229 ц/га.

Пожнивно-кореневі залишки сераделли також мають позитивний вплив на врожайність ярих культур і картоплі, але ефективність їх значно нижча, оскільки кількість сухої речовини при цьому значно менша, ніж при заоранні всієї біомаси підсівної сераделли.

Так, у досвіді з картоплею без підсівної сераделли отримано 162 ц/га бульб, по поживно-кореневим залишкам – 196, по всій біомасі підсівної сераделли – 234 ц/га.

Добре відгукуються на оранку підсівної сераделли овочеві культури та кукурудза. Збільшення врожайності моркви при цьому досягало 30 ц/га, турнепсу – 46 ц/га.

Заорана підсівна сераделла підвищує врожайність і другої культури, збільшення врожаю залежить від кількості маси зеленого добрива. В одному з дослідів підсівна сераделла підвищила врожайність бульб картоплі зі 144 до 175 ц/га, а наступного за картоплею вівса – з 11,6 до 15,6 ц/га.

На ґрунтах, бідних фосфором, підвищення ефективності зеленого добрива необхідно вносити додатково фосфорні добрива.

З наведених даних⁸¹⁹ видно, що сераделла є важливим джерелом поповнення запасів азоту та органічної речовини у ґрунті, засобом підвищення врожайності сільськогосподарських культур та продуктивності піщаних ґрунтів.

Ріпак озимий та ярий *Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg, (озимий – *biennis*, ярий – *annua*) – однорічна трав'яниста рослина з родини капустяних – *Brassicaceae* (рис. 2.37).

Ріпак озимий відрізняється порівняно високими вимогами до умов життя. Він не витримує затінення. Навіть незначне зниження температури і зменшення освітлення після сходів призводить до послаблення рослин перед входом в зиму, що є однією з головних причин вимерзання.

Ріпак легко витримує постійні знижені температури при оптимальній вологості ґрунту, проте вразливий до їх коливань від

–10 °С до +10 °С. Найбільшої шкоди при збільшенні вологості ґрунту завдає перепад температур, тобто періодичне замерзання та розмерзання ґрунту, що, як правило, буває наприкінці зими або ранньою весною. За цих умов корені дуже пошкоджуються бактеріальною гниллю, що може призводити до масової загибелі рослин.

⁸¹⁹ Сераделла-ценная кормовая и сидеральная культура лёгких почв Нечерноземной зоны. Под общей редакцией доктора сельскохозяйственных наук, профессора Н.М.Белоуса. М.: «Агроконсалт», 2003.76 с.

До вологи ріпак вимогливий впродовж всієї вегетації, але найбільш потребує її в перший період життя. Для проростання насіння потрібна така кількість води, яка відповідає половині маси сухого насіння. Якщо ґрунт під час передпосівного обробітку не пересушений і сівба проведена в оптимальні строки, то сходи ріпаку з'являються на 6–8 день. При випаданні дощу поява сходів прискорюється.



Рисунок 2.37 – Ріпак озимий у посіві⁸²⁰

Від появи сходів до закриття ґрунту листям цілком достатньо незначних опадів, в цей період ріпак може переносити навіть кількотижневу посуху. Осінні роси при одночасному зменшенні випаровування внаслідок поступового зниження температури повітря, інтенсивне проникнення кореневої системи в нижчі, більш вологі шари ґрунту допомагають рослинам переносити дефіцит вологи. Проте недостатня вологозабезпеченість весною, нестача вологи при формуванні стебла негативно впливає на нарощування зеленої маси. Тимчасове перезволоження ріпак витримує легко.

Для нормального розвитку озимий ріпак потребує великої кількості доступних поживних речовин. Сіяти його треба на родючих, добре окультурених ґрунтах. Найкраще для нього чорноземи, темно-сірі та сірі опідзолені ґрунти, багаті на поживні речовини й здатні добре зберігати вологу. Непридатні для ріпаку бідні піщані ґрунти з кислою реакцією, торфові та низинні заболочені з неглибоким рівнем підґрунтових вод.

⁸²⁰ Сорти озимого ріпаку кращі за гібриди — думка. URL: <https://kurkul.com/news/7696-sorti-ozimogo-ripaku-kraschi-za-gibridi--dumka>.

Ріпак ярий (кольза) також має стрижневий, веретеноподібний корінь, але з малорозвиненими бічними відгалуженнями й незначною кількістю мичок, що розміщуються у верхньому шарі ґрунту (рис. 2.38). У кользи прикоренева розетка складається з меншої кількості листків порівняно з ріпаком озимим.



Рисунок 2.38 – Ріпак ярий у посіві⁸²¹

Ріпак – сидерат з повним набором унікальних, сприятливих для ґрунту якостей. У той же час він регулярно виступає в ролі біопалива, корму для худоби, медоносної рослини та олії, яку застосовують у харчовій промисловості.

У ріпаку розвинена коренева система, яка може тягнутися вглиб ґрунту на кілька метрів. Завдяки цьому ріпак «добує» з нижніх шарів поживні речовини, мінерали та мікроелементи для власного благополучного зростання. При цьому розвинена коренева система благотворно впливає на насичення ґрунту киснем.

Головна перевага ріпаку – густа рослинна маса, що стрімко зростає. Вона повністю покриває землю, закриває будь-який доступ для бур'янів і здорово прикрашає ділянку. Листя і стебла ріпаку містять унікальну ефірну олію, яка актуальна не тільки в медицині, але і як постійний захист ґрунту від шкідників та хвороб.

Універсальний сидерат легко рятує землю від ушкодження вітром, спокійно затримує вологу та сніг, а також захищає нижні шари ґрунту від впливу підземних вод (розмиття). Найкраще не бобове джерело азоту зі всіх сидератів (після нього можна вільно сіяти будь-які бобові).

⁸²¹ Економія вологи при вирощуванні ріпаку. Агроном. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/ekonomiya-vology-pry-vyroshhuvanni-ripaku/>.

Позитивні сторони як сидерату⁸²²:

- можливість проводити посіви двічі на рік – навесні і восени;
- швидка схожість–паростки з'являються через 4–6 днів після посіву;
- відновлення родючості і збагачення ґрунту корисними речовинами (азотом, фосфором, сіркою);
- насичення ґрунту киснем;
- захист ґрунту від розмивання ґрунтовими водами;
- забезпечення в зимовий період снігозатримання, в літній–захисту ґрунту від видування;
- утворення поживної біомаси;
- знищення збудників багатьох хвороб, зокрема – корневих гнилей, за рахунок високого вмісту ефірних масел;
- боротьба з бур'янами, особливо на грядках з ягодами.
- вимогливість до місця посадки (погано росте на важких і заболочених ділянках, тому поліпшити їх за допомогою ріпаку не вдасться);
- неможливість вирощувати на одному місці більше 1 разу поспіль (повторно ріпак можна сіяти на колишнє місце через 4 роки);
- несумісність з деякими іншими культурами (після ріпаку не можна вирощувати капусту, ріпу, редьку, а ріпак небажано сіяти на місце буряка, оскільки ці культури мають спільні хвороби).

На ділянках, раніше зайнятих під ріпак, згодом добре вирощувати кабачки, гарбуз, пасльонові (томат, перець), огірки та картоплю.

Недоліків у ріпаку, на жаль, також вистачає. Йому не під силу якісно проявити себе в кислому і надто твердому ґрунті, а також сидерату не винести застою води. Враховуючи його сильний вплив на ґрунт, садити його можна лише раз на 4 роки і не частіше. До всього іншого ріпак розвиває навколо себе нематод, що відразу ж закриває можливість садити після нього настільки чутливі до цих шкідників буряки.

Найкращою підмогою ярий ріпак стане для подальшого зростання огірків, картоплі, перцю, томатів, кабачків та гарбуза. Тобто найактуальніших для грядки культур. Сам сидерат невибагливий і навіть відкриває простір для кількох посівів за теплий сезон.

Ріпак як сидерат також може використовуватися в комплексі з різними біодобавками зростання. Наприклад, після появи на потрібній ділянці ріпакових сходів і зрізу їх стебел безпосередньо перед посівом озимих їх обробляють ЕМ–рідиною, яка містить спеціальні мікроорганізми, які разом з ґрунтовими бактеріями в лічені дні створять з гниючих скошених ріпакових сходів поживний гумус. Сидерати, ріпак озимий та ярий, включаючись в сівозміна, стимулюють аерацію і водообмін у ґрунті. Вони знімають з неї втому, підтримують певний сонячно-тепловий режим, паралельно збагачуючи родючий ґрунтовий шар мінеральним добривом за рахунок поглинання корінням ріпаку такого з нижніх шарів ґрунту.

⁸²² Ріпак як сидерат: навіщо і як його правильно сіяти. URL: <https://berloga.zt.ua/ripak-yak-siderat-navishho-i-yak-jogo-pravilno-siyati/>.

Сіяти ріпак найкраще на початку весни, але можна і наприкінці зими, якщо холод пішов раніше очікуваного. Головне не напоротися на різкі заморозки, а легенький морозець на початку свого розвитку ріпак навіть любить.

Завдяки сильній кореневій системі, ріпак вбирає з ґрунту велику кількість мінералів. Більш того, ріпак має в складі ефірну олію, що надає бактерицидну дію. Завдяки ріпаку, ґрунт стає:

- більш пухким;
- родючим;
- дренажним;
- повітропроникним;
- захищеним від грибка.

Ефірна олія в складі ріпаку пригнічує вплив на шкідників. В цілому рослина-сидерат має дуже багато переваг.

1. Оберігає ґрунт від розмивання.
2. Довше утримує вологу.
3. Забезпечує профілактику вітрової ерозії.

Однак у процесу сидерації існує кілька тонкощів⁸²³. По-перше, не можна використовувати на одній території в якості сидерату та основних посівних рослини з одного роду. Такі рослини будуть передавати один одному хвороби через ґрунт. По-друге, при виборі сидерата необхідно знати його біолого-хімічні характеристики сумісність з іншими використовуваними культурами, щоб виключити перенасичення ґрунтового ділянки фосфором, сіркою або азотом. По-третє, варто правильно підібрати вид сидерата згідно з термінами посівних робіт. Зважаючи на універсальність засеївання пізнім влітку найчастіше використовується ріпак озимий. Аналогічно його застосовують у разі постійної ерозії ґрунту восени і взимку для захисту її від вітрів.

Якщо у садівника і городника найбільш використовуваний сидерат – ріпак ярий – необхідно знати кілька тонкощів його посіву. В першу чергу слід знати, що він не дуже вимогливий до ґрунтів, віддає перевагу мають слабокислу або нейтральну реакцію. Ріпак ярий полюбляє окультурені чорноземні та сірі підзолисті ґрунти, дренажні, незамокаючі. Також може добре рости на суглинних і навіть на удобрених торф'яниках. По-друге, батьківщиною ярого ріпаку є помірна кліматична зона Європи, внаслідок чого він повноцінно виростає на територіях з довгим світловим днем – в іншому випадку урожай насіння значно знизиться. Ярий ріпак – чудовий медонос та кращий попередник для зернових культур. Це холодостійка сидерат, температура проростання насіння якого коливається від 1 до 3 градусів Цельсія, сходи якого здатні переносити слабкі заморозки до –3 градусів, а в стані листків – до –8 градусів. Висівання ярого ріпаку виробляють з березня по серпень, зрізуючи до цвітіння або викашивая на компост, при цьому слід враховувати, що ранні посіви будуть врожайніший наступних.

⁸²³ Ріпак як сидерат - ярий та озимий. URL: <http://poradu.pp.ua/dim/2663-rpak-yak-siderat-yariy-ta-ozimiy.html>.

Ріпак озимий як сидерат культивується більшістю фахівців. Він більш вимогливий до умов вирощування, не росте на ґрунтах, що мають лужну реакцію, менш температуростоек ніж ярий ріпак, однак збагачує ґрунт фосфором і азотом, в два рази врожайніший ярого та, йдучи в сніг 25 сантиметрами заввишки і з 6 пелюстками, прекрасно зимує там до весни, позбавляючи дбайливого садівника від повторного засеївання і заощаджуючи дорогоцінний весняний час для чогось важливішого. Озимий ріпак в центральних і західних районах Європи сіють переважно в 1 і 2 декадах серпня, в південних районах – в 3 декаді.

Ріпак як сидерат – озимий та ярий – при вирощуванні також мають декілька специфічних рис. Через півтора місяці після посіву, коли висота стебел ріпаку сягає 25 сантиметрів, сидерат поливається біологічними ЕМ-добавками, підрізається плоскорізами Фокіна або культиватором. ЕМ-препарати прискорюють процеси розкладання і стимулюють відтворення мікробіотических умов, які наповнюють ґрунт необхідними мінералами і мікроелементами.

Досліджена і специфічна дія ріпаку на мікробіоту ґрунту, що слід враховувати при використанні ріпаку як сидерату. Дослідження проводили в сівозміні для вирощування ріпаку озимого на зерно в умовах Північного Лісостепу (ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція») впродовж 2010-2013 рр. Зразки ґрунту відбирали під озимим ріпаком в сівозміні: конюшинний напівпар (конюшина другого року з одним укосом), ріпак озимий, пшениця озима + післяжнивні культури, кукурудза на зерно, гречка або ячмінь з підсівом багаторічних трав.

Крім того, аналізували зразки ґрунту після повернення ріпаку озимого на те саме поле через 3, 5, 7 років і за беззмінного посіву. Добрива вносили відповідно з технологією вирощування ріпаку озимого для цієї зони. Ґрунт дослідного поля – лучночорноземний карбонатний. Забезпеченість рослин азотом і фосфором середня, калієм – низька. Об'єкт досліджень – ріпак озимий сорту Аріон. Предмет дослідження – склад і біологічна активність мікрофлори лучночорноземного карбонатного ґрунту при вирощуванні ріпаку озимого⁸²⁴.

Мікробіологічні аналізи проводили за допомогою методики розведення ґрунтових суспензій з використанням живильних селективних середовищ. Враховувалась загальна чисельність амоніфікуючих та спороутворюючих бактерій, стрептоміцетів і бактерій, що засвоюють мінеральний азот, олігонітрофільних та целюлозоруйнівних мікроорганізмів, мікроскопічних грибів тощо.

Аналіз змін загальної біогенності ґрунту, що характеризуються розвитком основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, показав, що різні групи по-різному реагували на вирощування ріпаку озимого при різних насиченнях ним сівозміни (табл. 2.32-1).

⁸²⁴ Патика В.П., Захарова О.М. Фітосанітарні властивості ріпаку. Агроном. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/fitosanitarni-vlastyvosti-ripaku-2/>.

Кількість і біомаса мікроорганізмів у лучночорноземному ґрунті при вирощуванні ріпаку озимого у сівозміні та беззмінно (середні дані за роки досліджень)⁸²⁵

Варіант	Біомаса бактерій, т/га	Бактерії на середовищах			Олігонітрофільні Бактерії	Гриби	Стрептоміцети	Целюлозоруйнівні, тис./г сухого ґрунту
		МПА	МПА + СА	ГА				
		10 ⁶ КОЕ/г сухого ґрунту						
Сівозміна (повернення у сівозміну через 7 років)	8.1	28	4.2	196	283	2,7	98	35,4
Сівозміна (повернення у сівозміну через 5 років)	6.7	24	5.5	175	242	3.4	88	27.5
Сівозміна (повернення у сівозміну через 3 роки)	5.5	17	6.4	146	181	3.8	71	14.2
Беззмінний посів	4,5	11	7.4	95	121	4.9	69	13,3
НСР ₀₅	2,0	2.5	1.1	15	30	0.5	15	3.3

Встановлено⁸²⁶, що повернення культури у сівозміну раніше ніж через 7 років призводить до зниження в ґрунті кількості та біомаси бактерій. Так, біомаса бактерій у сівозміні порівняно з варіантами монокультури збільшилася в 1,8 разу, чисельність олігонітрофільних бактерій, що беруть участь у трансформації залишкових кількостей органічних речовин, – у 2,3, стрептоміцетів – у 1,4 і більше разів. Кількість бактерій, здатних утворювати колонії на ґрунтовому агарі, в сівозміні була в 2,1 разу вищою, ніж у монокультурі. Вміст грибів, навпаки, збільшувався у 1,8 разу при вирощуванні ріпаку озимого в монокультурі порівняно з сівозміною. Причому дослідження видового складу грибів у монокультурі показало, що домінуючими є *Alternaria brassicicola*, *Alternaria brassicae*, *Alternaria tenuis*, *Phoma lingam*, *Peronospora brassicae*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, які є збудниками альтернаріозу, фомозу, фузаріозу, пероноспорозу, сірої гнилі тощо.

Підвищення чисельності бацил і стрептоміцетів у ґрунті сівозміни свідчить про більш глибоку деструкцію органічної речовини. Ці групи мікроорганізмів засвоюють сполуки, часто недоступні для неспорівих бактерій, а розвиваються

⁸²⁵ Патика В.П., Захарова О.М. Фітосанітарні властивості ріпаку. Агроном. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/fitosanitarni-vlastyvosti-ripaku-2/>.

⁸²⁶ Патика В.П., Захарова О.М. Фітосанітарні властивості ріпаку. Агроном. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/fitosanitarni-vlastyvosti-ripaku-2/>.

на субстраті, збідненому доступними сполуками. Показником мобілізаційних процесів у ґрунті є також целюлозоруйнівні мікроорганізми. За нашими даними (табл. 2.32-1), вміст цих мікроорганізмів у 2,6 рази вищий у сівозміні порівняно із беззмінним посівом. У сівозміні чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів становила 35,4, в монокультурі - 13,3 тис/г сухого ґрунту. Таким чином, отримані дані підтверджують результати наших досліджень: мобілізаційні процеси у ґрунті при чергуванні рослин протікають більш інтенсивно, ніж при беззмінному їх вирощуванні.

Аналогічні зміни виявлено і в динаміці чисельності мікрофлори, що, очевидно, обумовлено певними процесами надходження і розкладу органічної речовини. Найбільш чисельна група сапрофітних мікроорганізмів – бацили, а також мікроскопічні гриби переважають у ґрунті сівозміни в фазу формування стручків ріпаку озимого, тоді як кількість олігонітрофільних бактерій у цей час значно зменшується. Для стрептоміцетів різниця у варіантах дослідження незначна.



При вирощуванні ріпаку в сівозміні порівняно з варіантами монокультури біомаса бактерій у ґрунті збільшувалася майже в два рази, в той час як вміст грибів, навпаки, зменшувався⁸²⁷

Вивчення видового складу бактерій показало, що у більшості випадків одні й ті самі види зустрічались при вирощуванні ріпаку озимого в сівозміні та

⁸²⁷ Патика В.П., Захарова О.М. Фітосанітарні властивості ріпаку. Агронаом. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/fitosanitarni-vlastyvosti-ripaku-2/>.

беззмінно. Проте частота їх трапляння і густина видів суттєво відрізнялись (табл. 2.32-2).

Таблиця 2.32-2

Типові й домінуючі види неспоривих бактерій у ризосфері ріпаку озимого при вирощуванні у сівозмінні та беззмінно⁸²⁸

Назва виду	Сівозміна		Беззмінно	
	Частота виявлення виду, %	Густина виду, %	Частота виявлення виду, %	Густина виду, %
<i>Agrobacterium radiobacter</i>		-	21	6
<i>Agrobacterium radiobacter</i> pv. <i>rhizogenes</i>	4	-	12	3
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	-	-	19	6
<i>Arhtrobacter globiforvis</i>	65	11	43	7
<i>Arhtrobacter pascens</i>	87	9	6	1
<i>Arhtrobacter simplex</i>	88	7	-	-
<i>Arhtrobacter tumescens</i>	57	3	83	9
<i>Arhtrobacter ureafaciens</i>	2	*	52	2
<i>Brevibacterium fuscum</i>	44	3	8	-
<i>Flavobacterium diffusum</i>	45	3	27	3
<i>Flavobacterium suaveolens</i>	-	-	64	2
<i>Mycobacterium lacticum</i>	57	4	11	1
<i>Nocardia rubropertincta</i>	-	-	54	3
<i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>	3	-	31	4
<i>Pseudomonas cichorii</i>	-	-	27	2
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	54	7	76	8
<i>Pseudomonas marginalis</i> pv. <i>marginalis</i>	4	1	35	3
<i>Pseudomonas rathonis</i>	68	8	4	-
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>maculicola</i>	3	-	41	5
<i>Pseudomonas viridiflava</i>	4		32	4
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	3	-	41	4

У ризосфері ріпаку озимого, який вирощували беззмінно, більшу частоту трапляння мали *Arhtrobacter globiforvis*, *A. tumescens*, *Flavobacterium suaveolens*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. syringae* pv. *maculicola*, *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*. Також частіше, ніж у сівозміні, зустрічались мікроорганізми роду *Pectobacterium*, *Pseudomonas* і *Xanthomonas*, а у сівозмінному варіанті

⁸²⁸ Патика В.П., Захарова О.М. Фітосанітарні властивості ріпаку. Агроном. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/fitosanitarni-vlastyvosti-ripaku-2/>.

переважали види *Arhtrobacter*, *Brevibacterium*, *Nocardia*, які, як відомо, відрізняються високою біохімічною активністю.

Авторами даного дослідження⁸²⁹ зроблено висновок, що ріпак озимий при вирощуванні беззмінно спричиняє суттєвий вплив на формування ґрунтової мікробіоти, при цьому в ґрунті проходить зменшення її біомаси. Знижується кількість бацил, олігонітрофільних і целюлозоруйнівних мікроорганізмів, а також біологічна активність ґрунту. Певні зміни спостерігаються і в динаміці чисельності мікроорганізмів, що обумовлено своєрідністю перебігу процесів надходження і розкладу органічної речовини. Мобілізаційні процеси у ґрунті сівозмінного варіанту протікають більш інтенсивно, ніж при вирощуванні ріпаку беззмінно. Крім того, накопичення збудників бактеріозу озимого ріпаку *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, слизового бактеріозу *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* та *Pseudomonas fluorescens*, а також збільшення у 1,8 рази мікроскопічних грибів (зокрема, *Alternaria brassicicola*, *Alternaria brassicae*, *Alternaria tenuis*, *Phoma lingam*, *Peronospora brassicae*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, які є збудниками альтернативного, фомозу, фузаріозу, пероноспорозу, сірої гнилі) у разі вирощування ріпаку в монокультурі порівняно з сівозміною дають нам підстави зробити висновок про втрату фітосанітарних властивостей ріпаку. Таким чином, недотримання основних вимог технології вирощування, а особливо високе насичення сівозмін цією культурою, що спостерігається в останні роки, може призводити до погіршення фітосанітарного стану ґрунту.

Малопоширені сидеральні культури (сформовано на підставі публікації Д. Рахметова⁸³⁰). Значення нових сидеральних інтродуцентів – це використання їх у ярих та озимих проміжних посівах. Як високопластичні культури з коротким вегетаційним періодом нові альтернативні кормові та сидеральні інтродуценти з родин капустяних, мальвових, амарантових, бобових здатні вегетувати та формувати високі врожаї біомаси на полі у вільний від основної культури час – з кінця літа до глибокої осені та ран травня.

В Ірландії велика увага приділяється вирощуванню альтернативних культур – кормовим бобам, олійному ріпаку і олійному льону. У цій країні загальні посівні площі цих культур за останні 5 років збільшились у 12–13 разів. Важливість введення їх у сівозміну полягає у підвищенні врожайності наступних зернових на 1–1,2 т/га та збільшенні прибутковості ріллі. Кормові боби дають задовільний урожай (їх урожай легше зберігати проти горохом). Озимий ріпак дає врожай насіння 2,7–3,9 т/га за дотримання агротехніки. Ярий ріпак може витіснити частину посівів ярого ячменю.

У проміжні посіви капустяних ефективно використовуються для випасу овець. У 1983–1985 р.р. порівнювали продуктивність овець, що випасалися восени на посівах тифону (*Brassica rapa* x *B.pekinensis*) та кормових угіддях з традиційними бобово–злаковими травосумішами. Прирости тварин були вищими при випасі на посівах тифону. Перетравність його сухої кормової маси

⁸²⁹ Патика В.П., Захарова О.М. Фітосанітарні властивості ріпаку. Агронам. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/fitosanitarni-vlastyvosti-ripaku-2/>.

⁸³⁰ Рахметов Д. Мальва, клевер и люпин как здоровые альтернативы. Зерно. 2012. № 9. С. 14-19.

перевищила 88%. Корм характеризувався також низьким вмістом клітковини, оптимальним вмістом макроелементів живлення. Нижче оптимального рівня був вміст у ньому Cu, Mg та Zn.

Дослідженнями польських вчених встановлено позитивний вплив бобових та капустяних культур у проміжних посівах на структуру та врожай озимої пшениці та ярого ячменю. Об'єктами досліджень були: з бобових – кормові боби, пелюшка (горох польовий), вика яра; із капустяних – ріпак озимий, гірчиця біла, фацелія. Проміжні культури позитивно впливали на врожай зерна (за рахунок збільшення врожаю на колосі, числа зерен на колосі, маси 1000 зерен). Вміст білка у зерні пшениці збільшувався з 11,80 до 12,09%, у ячменю – з 11,80 до 13,24%.

У дослідженнях інших вчених дано оцінку потенційної продуктивності низки проміжних культур по всій території Польщі. До числа досліджуваних видів входили: конюшина, перко, мальва мутовчата, тифон (гібрид китайської капусти та турнепсу). Вирощували їх на ґрунтах різного механічного складу. Середній урожай сухої маси перерахованих культур був від 8,01 до 9,16 т/га. На родючих ґрунтах конюшина перська і мальва давали більш високі врожаї в порівнянні з іншими культурами, а на менш родючих – найврожайнішою була мальва мутовчата.

Велику увагу до проміжних посівів починають приділяти Росії. За даними Ю. К. Новосолова та ін, проміжні посіви в цій країні можуть займати 4–6 млн га замість 1 млн га. В даний час на сидеральні цілі слід займати 2–2,5 млн га, що означає величину, еквівалентну 40–50 млн т якісних органічних добрив. Капустяні культури в пожнивних та поукісних посівах на зелене добриво необхідно застосовувати насамперед у господарствах з обмеженими можливостями накопичення гною та інших органічних добрив, а також на окремих ділянках, куди їхня доставка утруднена або пов'язана з великими витратами.

Високу оцінку отримали альтернативні кормово–сидеральні культури капустяних (ріпак, редька, сурепиця, гірчиця, тифон) та мальвових (однолітні мальви) у проміжних посівах у різних регіонах Росії – в Якутії та Заполяр'ї, у Ставропольському та Красноярському краях, у Карелії в Республіці Комі, в Середньому Поволжі та на Кольському півострові, у Самарській, Володимирській, Рязанській, Волгоградській, Новосибірській, Іркутській, Магаданській областях. Такі кормово–сидеральні інтродуценти, як ріпак, сурепиця, гірчиця, редька олійна, мальви – мелюка, кучерява та пухелла, у різних регіонах Росії у проміжних посівах формують високий урожай зеленої маси 18–40 т/га. Вони відрізняються добрими кормовими якостями. Вихід кормових одиниць із 1 га – 3–6, протеїну – 0,7–1,5 т.

Використання цих культур як сидерати поряд з бактеріальними препаратами дозволяє отримувати заплановані врожаї при дефіциті та дорожнечі мінеральних добрив. Після капустяних культур посіви зернових менше уражалися кореневою гниллю, значно нижчою була засміченість посівів одно– та багаторічними бур'янами. Сидерати економічно найвигідніші добрива. Дохід від 1 т сидерату в 3 рази вищий, ніж від безпідстилкового гною.

Про великі перспективи використання альтернативних кормово–сидеральних інтродуцентів (тифону, ріпаку, сурепиці, гірчиці, редьки олійної,

мальв–мелюки, кучерявої, пульхели) у проміжних посівах йдеться і в роботах дослідників з Росії, Білорусії, Узбекистану, Литви, Азербайджану. Нові інтродуценти мають високу продуктивність т/га: 16,5–68 – зеленої маси; 5,1–вихід кормових одиниць; 1,1 – вихід протеїну. Вони позитивно впливали на зростання, розвиток і продуктивність наступних культур сівозміни. Після сидеральних капустяних культур врожайність картоплі зростає на 30–100%, зернових – на 25–80%.

Велику наукову та практичну роботу з інтродукції, селекції та впровадження альтернативних кормово–сидеральних рослин виконано професором Ю.А. Утеушем. Після багаторічних досліджень у Лісостепу України встановлено: крім високої продуктивності озимого ріпаку та суріпиці властиві такі екологічні якості, як використання їх у проміжних посівах на площі ріллі, що звільнилася від основних культур, ранньою весною та восени. За рахунок цього підвищується загальна продуктивність сівозміни як мінімум на 50% уповільнюється розвиток бур'янів. Ці рослини, як хімічні санітари, знищують шкідливу мікрофлору, позитивно впливають на розвиток наступних посівів, відновлюють чисельність азотобактерій у ґрунті, акумулюють фізіологічно активну мікрофлору, не допускаючи ґрунтовтомлення. Насичення сівозміни капустяними позитивно впливає екологічну зміну в сівозміні.

Оскільки з жовтня формується прикоренева розетка із трьох–чотирьох пар листя, то протягом семи місяців (до моменту цвітіння та використання на корм) або дев'яти місяців (на посівах, що вирощуються на насіння) поверхню ґрунту покривають потужні, глибоко вкорінені рослини. Це надійний захист від будь–якого виду ерозії ґрунту.

Завдяки значній масі поукісних та пожнивних залишків, що складаються з кореневої системи та стерні, озимі форми капустяних позитивно впливають на вегетацію наступних рослин у сівозміні. Якщо для сидерації рослина заорюється повністю, позитивний вплив на наступні культури значно зростає.

У коренях ріпаку є глюкозиди гірчичної олії, головним чином глюкозид феніл гірчичний. У дослідях подрібнене коріння, змішане з ґрунтом, суттєво прискорює зростання кореневої системи подальшої культури озимої пшениці.

Поряд із цим деякі автори попереджають про недоліки альтернативних інтродуцентів родини капустяних. У своїй роботі Г. Т. Демянчук пише про те, що для одержання зеленої маси ріпаку потрібно вносити високі дози добрив, зокрема азотні. Виникла необхідність вивчити процес накопичення у цьому кормі токсичних речовин (нітратів, нітритів, тіоціанатів та інших.), і навіть визначити гранично допустиму концентрацію зазначених шкідливих компонентів у рослині, а й у молоці корів, споживаючих ріпак. Австрійський вчений Г. Бургшталлер (Burgstaller) зазначає, що крім низки ґрунтово–біологічних і структурних переваг, створюваних осінніми проміжними культурами, вони подовжують період згодовування зелених кормів, дозволяючи цим заощадити кошти, що витрачаються на корми. Однак при їхньому прибиранні та згодовуванні необхідно враховувати, що це не весняно–літній зелений корм, тому слід уникати невиправдано високих норм згодовування цих кормів. Багато проміжні культури, що відносяться до родини капустяних, є швидкорослими і відносно морозостійкими, містять гірчичні масла, що негативно впливають на якість молока, а також перешкоджають

перетворенню каротину на вітамін А. Для згладжування цього ефекту потрібні вітамінізовані мінеральні підживлення.

Значні перспективи використання мають альтернативні кормово-сидеральні інтродуценти в Україні. Погодно-кліматичні умови та оптимальні режими вологи та тепла створюють сприятливі умови для зростання озимих та ярих проміжних культур. В результаті багаторічних досліджень у різних фізико-географічних зонах та районах України встановлено, що такі проміжні культури, як редька олійна, сурепиця, ріпак (озимий та ярий), гірчиця сиза та біла, тифон, однорічні дрібноквіткові види мальви, відрізняються високою пластичністю та продуктивністю, хорошими кормовими якостями, позитивною післядією на зростання, розвиток та продуктивність наступних культур у сівозміні. Вони також позитивно впливають на родючість ґрунту, пригнічення хвороботворних мікроорганізмів та сегетальної рослинності.

Про небажаність зайвого насичення сівозмін проміжними культурами родини капустяних попереджає у своїх роботах А. М. Гродзінський (1981). Враховуючи ці обставини, ми у своїх дослідженнях приділяли велику увагу новим інтродуцентам родини мальвових – однорічним кормово-сидеральним рослинам роду мальва як альтернативі ярим капустяним культурам. Як показали багаторічні дослідження (1986–1998 рр.) автора⁸³¹, Мальвові є більш високопластичними та продуктивними кормами, ніж капустяні. У них кращі кормові якості та цінний хімічний склад. Вони менш вимогливі до родючості і бідних ґрунтах показують найкращі результати серед безлічі проміжних культур.

Завдяки інтродукції, у відділі нових культур Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка культивовано однорічні мальви родини мальвових. Ці види з давніх часів відомі як технічні, кормові, лікарські, харчові та декоративні рослини. Використовують їх на зелений корм, силос, трав'яне борошно. Можуть вирощуватися в основних, післяжнивних і післяукісних посівах. Рослини відзначаються високою продуктивністю (урожайність: зеленої маси 40-100 т/га, насіння 10-15 ц/га), холодостійкістю, посухостійкістю (придатні для вирощування в зоні недостатнього зволоження) та пластичністю (можна використовувати на еродованих і рекультивованих землях). Позитивно впливають на продуктивність тварин. В Україні інтродуковано п'ять однорічних видів мальви: кільчаста (*Malva verticillata* L.); кучерява (*Malva crispa* L.); лісова (*Malva sylvestris* L.); мелюка (*Malva meluca* Graebn.); пульхела (*Malva pulchella* Bernh.) (рис. 2.39)⁸³².

На основі аналізу огляду літератури⁸³³ з обробітку мальви в країнах СНД та за кордоном до аналогічного висновку також приходять Г. С. Шапкіна. Завдяки високій урожайності, підвищеному вмісту протеїну (від 20,3 до 26,0%) та холодостійкості мальву вирощують у країнах СНД, Чехії, Словаччині, Угорщині, Польщі, Болгарії, Німеччині не лише в основних, а й у проміжних

⁸³¹ Рахметов Д. Мальва, клевер и люпин как здоровые альтернативы. Зерно. 2012. № 9. С. 14-19.

⁸³² Демидась Г.І., Слюсар І.Т. Нетрадиційні кормові культури. Київ, НУБіП. 2019. 190 с.

⁸³³ Рахметов Д. Мальва, клевер и люпин как здоровые альтернативы. Зерно. 2012. № 9. С. 14-19.

посівах. Мальву розглядають як культуру, альтернативну капустяним, які набули найбільшого поширення в проміжних посівах. Її обробляють замість озимого ріпаку та суріпиці в сівозмінах, насичених цукровими буряками. В даний час розроблені технології, що дозволяють одержати у проміжних посівах 15–30 т/га зеленої маси. Абсолютно новим напрямком є використання однорічних дрібноквіткових видів мальви як сидеральні культури.



Рисунок 2.39 – Види мальв, які культивуються в Україні (послідовно зліва-направо і зверху-вниз; мальва кільчата, мальва кучерява, мальва мелюка, мальва пуххела)⁸³⁴

⁸³⁴ Демидась Г.І., Слюсар І.Т. Нетрадиційні кормові культури. Київ, НУБіП. 2019. 190 с. 273

Незважаючи на високі сидеральні якості нових інтродуцентів, досі немає порівняльної оцінки їх зростання, розвитку, продуктивності та післядії на подальші культури сівозміни найперспективніших видів. Тому ми у стаціонарних умовах Лісостепу України вивчали особливості зростання, розвитку, біохімічний склад, продуктивність ярих та озимих інтродуцентів у проміжних посівах. У ярому блоці вирощувалися редька олійна, суріпиця яра та мальва мелюка. У озимому блоці – суріпиця озима та тифон. Порівнювалися два варіанти: з 20 т/га органіки (або гною), яку вносили перед основним обробітком ґрунту, та контроль – без добрива. Визначалася кількість макроелементів, що залишаються сидератами у ґрунті. Для оцінки післядії сидеральних культур після них у ярому блоці вирощували ячмінь ярий, а в озимому блоці – сою, ячмінь ярий. За порівняльною оцінкою зростання, розвитку та продуктивності основних культур сівозміни визначали ступінь активності сидеральних інтродуцентів та органіки (гною)⁸³⁵.

У підсумку слід відмітити наступне (на підставі узагальнення⁸³⁶):
Які переваги сидеральних добрив (табл. 2.33–2.42):

По-перше, покращення поживного режиму ґрунту. Проте цей фактор залежить від умов зволоження.

По-друге, покращення агрофізичних властивостей ґрунту, тобто зменшення щільності і покращення водопроникності. По-третє, в деякій мірі збереження від випаровування опадів, які вкрай рідко нині проходять у другій половині літа.

По-четверте, що стосується більше хрестоцвітних, тобто капустяних культур, сидерати покращують фітосанітарний стан їхніх полів. Коли ж у якості сидерату використовується буркун білий, це ще й додатково сприяє «розсоленню» земель.

Ще один позитив – сидерати певною мірою фіконують функції мульчуючої культури, тобто сприяють збереженню вологи.

Ефективність використання сидератів у значній мірі залежить від складу цих культур і їх віку при зарубці: чим старіша рослина – тим повільніше вона розкладатиметься у ґрунті. І навпаки, чим молодша рослина – тим швидше проходить розкладання, у ґрунт швидше надходять поживні речовини, які накопичились у рослині.

Якщо це ранні весняні культури (суміші вівса, редьки олійної й гороху), то їх потрібно переорювати у другій половині червня. Якщо в якості сидеральної культури застосовується буркун, то оптимальний термін його заорювання – середина та друга половина липня.

⁸³⁵ Рахметов Д. Мальва, клевер и люпин как здоровые альтернативы. Зерно. 2012. № 9. С. 14-19.

⁸³⁶ Коваленко А. Як правильно застосовувати сидерати?URL: <https://propozitsiya.com/ua/kak-pravilno-primenyat-sideraty>.

Таблиця 2.33

Агрохімічна характеристика різних рослин-сидератів відносно гною, здійснена розрахунково-еквівалентним способом⁸³⁷

Сидерати	Еквівалентно гною в тоннах за показниками							
	сира речовина	суха речовина	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Mg	у середньому
Люпин однорічний гіркий	43	43	61	31	38	56	106	54
Люпин багаторічний	43	32	50	26	27	82	156	57
Люпин жовтий (стерня, корені)	15	8	10	5	9	9	29	12
Райграс однорічний, проміжний посів	21	22	29	16	29	17	25	23
Райграс пасовищний, проміжний посів	29	30	44	26	41	22	31	32
Райграс, отава	42	44	56	40	62	24	69	50
Райграс + серадела, отава	44	46	73	41	61	25	65	51
Райграс + редька олійна, отава	28	29	40	23	35	17	46	31

Таблиця 2.34

Характеристика поширених сидератів за потенціалом накопичення біомаси та її агрохімічної цінності

Культура	Нагромадження біомаси, ц/га			Період від сівби до найбільшої продуктивності, днів	Акумуляровано у загальній біомасі поживних речовин, кг/га			
	Зелена маса	Кореневі залишки	Всього		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Всього
Люпин однорічний	526	80	606	80	231	63	209	503
Буркун жовтий	189/334*	41/172	228/506	90	104/230	38/12	155/310	298/612
Буркун білий	183/420	50/120	233/540	90	113/251	46/96	142/299	301/646
Горох кормовий	219	85	304	80	117	71	215	403
Вика	257	54	311	90	160	73	201	434
Серадела	402	38	440	90	116	53	222	390
Редька олійна	462	23	485	50	86	66	248	399
Суріпиця	343	101	444	55	135	55	241	432
Фацелія	317	26	343	60	78	52	196	327
Боби кормові	157	20	177	80	58	24	59	141

* – за двохрічний період росту.

⁸³⁷ Стан та шляхи підвищення родючості ґрунтів Полтавської області у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва: Монографія / за ред. А. В. Кохана, Л. Д. Глуценка. Полтав. держ. с.-г. дослід. станція ім. М. І. Вавилова. Полтава, 2015. 90 с.

Таблиця 2.35

Систематика сидеральних культур відповідно до мети використання

Мета	Назва сидерата
Азотфіксація	Висока фіксація – люцерна посівна, кінські боби, соя; середня фіксація – буркун білий, конюшина лучна та червона, горох польовий, левенець рогатий; для посушливих регіонів – буркун жовтий, сочевична жовта, чина посівна, конюшина хмелевидна
Гербицидний ефект	Райграс пасовищний, гречка звичайна, жито озиме, пшениця озима, редька олійна, люцерна червона
Джерело органічної речовини	Райграс пасовищний, овес посівний, жито озиме
Розпушування ґрунту	Редька олійна, буркун білий, люцерна червона, люпин білий
Запобігання інфільтрації	Жито озиме
Покривні культури	Літні – гречка звичайна, райграс пасовищний, фацелія; озимі – редька олійна, гірчиця біла, жито озиме
Мульчувальні	Конюшина біла та підземна, райграс пасовищний
Медоноси	Гречка звичайна, усі види конюшини, фацелія

Таблиця 2.36

Класифікація сидератів за їх впливом на ґрунт.

Види рослин	Вплив на ґрунт
Родина – Хрестоцвіті	
Ріпак ярий і озимий, суріпиця	Джерело фосфору, сірки та органіки
Гірчиця	Джерело фосфору, сірки та органіки
Редька олійна	Джерело фосфору, сірки та органіки, пригнічення корневих гнилей та нематод
Родина – Складноцвіті	
Соняшник	Джерело структуроутворювальних органічних волокон, що важко розкладаються.
Родина – Злакові	
Озиме жито, пшениця	Збагачують ґрунт органікою, азотом та калієм
Овес	Збагачує ґрунт органікою та калієм
Родина – Гречані	
Гречка	Збагачує ґрунт органікою, фосфором і калієм, особливо ефективна на важких ґрунтах
Родина – Гідрофіли	
Фацелія	Збагачує ґрунт органікою та азотом

Таблиця 2.37

Оцінка рослини в проміжних посівах за придатним для сидерації (за К. М. Вошяковської н ін., 1992)

Культура	Вимогливість до умов росту	Показник якості ґрунтів	Норма висіву, кг/га	Коефіцієнт розмноження	Накопичення біомаси(зелена маса + корені)	Стійкість врожаїв	Ступінь придатності для сидерації
Люпин вузьколистий	н	21	200	15	240	Від середньої до хорошої	XXX
Люпин жовтий	н	17	200	4	200	Від слабкої до середньої	X
Люпин багаторічний	вв	21	60	10	200	Середня	XX
Конюшина червона	в	100	20	10	140	Середня	
Серадела	н	13	50	12	180	Від середньої до хорошої	XX
Буркун білий	вв	100	20	30	150	Середня	XX
Горох посівний	в	98	300	6	120	Середня	X
Пелюшка	в	98	250	6	150	Середня	X
Вика озима	в	98	60	7	160	Середня	X
Вика яра	в	98	150	10	НО	Середня	X
Фацелія	н	26	15	20	120	Від середньої до хорошої	X
Овес	н	23	180	И	80	Від слабкої до середньої	X
Ячмінь	в	82	200	10	70	Те ж	X
Озиме жито	н	39	200	10	200	Добра	XX
Озиме жито на з/к	н	39	75	26	250	Добра	XXX
Багаторічне жито	н	39	100	20	250	Добра	XXX
Гірчиця біла	в	91	20	50	100	Від слабкої до середньої	XX
Ріпак озимий	в	91	15	67	130	Те ж	XX
Перко	в	83	15	53	150	Те ж	XX
Редька олійна	вв	58	40	25	230	Від середньої до хорошої	XXX
Райграс однорічний	вв	42	40	15	210	Те ж	XXX
Райграс пасовищний	вв	42	20	16	180	Добра	XXX

Примітка. н – невимогливий; в – вимогливий; вв – відносно вимогливий; XXX – висока; XX – середня; X – слабка.

Розміщення сидератів у нечорноземній зоні (за К. І. Довбаном, 1990)

Агрокліматичні показники зони						Рекомендовані сидерати та їх комбінації
Кліматичні та ґрунтові умови	К	СТ	Річна кількість опадів, мм	КЗ	БК	
1	2	3	4	5	6	7
Надмірна вологість, недостатня забезпеченість теплом, ґрунти підзолисті зв'язного і легкого гранулометричного складу	126... 163	1250... 1650	500.. .700	1,33	77	Підсівні: багаторічний люпин, райграс, паукісні: гірчиця біла, редька олійна, ріпак ярий, суріпиця яра. Чисті пару замінюють на сидеральні
Надмірна вологість, забезпеченість теплом нижче середнього, ґрунти підзолисті суглинисті та супіщані	111...140	1600. ..2300	500...800	1,33	104	Підсівні: багаторічний люпин, буркун, райграс; поукісні: бобово–злакові суміші, біла гірчиця, редька олійна, ріпак ярий, перко. Чисті пару замінюють на сидеральні
Надмірна і помірна вологість, забезпеченість теплом середня і нижче середнього, ґрунти дерново–підзолотисті суглинисті та піщані, сірі лісові	142...180	1600.. .2400	500.. .800	1,00...1,33	104	Підсівні: багаторічний люпин, сераделла, буркун, райграс; озимина: жито; поукісні: бобово–злакові суміші, люпин вузьколистий, вика, пелюшка; пожнивні: ріпак ярий, редька олійна, жито. Чисті пару замінюють на сидеральні

1	2	3	4	5	6	7
Помірна вологість, забезпеченість теплом нижче середнього, ґрунти дерново–підзолисті	158	1600...2100	500...600	1.00...1,33	104	Поукісні: капустяні культури, бобово–злакові суміші. Частина чистого пару замінюють на сидеральні
Недостатня і помірна вологість, середня забезпеченість теплом, ґрунти дерново–підзолисті та сірі лісові, сгсені сууглинисті та піщані	166..184	2000...2800	400...600	0,77... 1,66	125	Поукісні та пожнивні: капустяні культури, бобово–злакові суміші, вузьколистий люпин; озимі: жито, пшениця, ріпак, суріпиця, перко. Чисті пару замінюють комбіновано–кулісними та сидеральними

Примітки: К – коефіцієнт континентальності; СТ – сума температур повітря вище 10 °С; КЗ – коефіцієнт річного атмосферного зволоження (ставлення опадів до випаровування); БК – кліматичний індекс біологічної продуктивності у балах щодо середньої продуктивності.

2. У графі: «Рекомендовані сидерати» вказані капустяні культури (гірчиця біла, редька олійна, ріпак озимий та ярий, суріпиця озима та яра, перко), але застосовувати необхідно ті, які в цих умовах найбільш прийнятні; до бобово–злакових сумішей входять: багаторічний та однорічний люпин, сераделла, буркун, вика яра та волохата, пелюшка, горох, соя у суміші з вівсом, ячменем та іншими зерновими культурами. Хороші результати дає отава конюшини та інших бобових.

3. У сидеральних парах залежно від умов застосовують усі види сидератів – озимі, підсівні, поукісні, пожнивні та самостійні посіви навесні.

Таблиця 2.39-1

Оптимальні варіанти поєднання сидератів та овочевих рослин

Сидерат \ Культура	Люпин	Вика	Гірчиця	Соя	Ріпак	Фацелія	Редька олійна	Овес	Конюшина	Люцерна	Буркун	Календула	Гречка	Сочевиця	Крес-салат
Картопля	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Помідори	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Огірок	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Баклажан	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Кабачок	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Капуста	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Цибуля ріпчаста	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Перец ь солодкий	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Часник	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+
Горох	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+
Редис	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Столові буряки, морква			+		+	+	+	+				+	+		+

Таблиця 2.39-2

Примірна 5-ти річна овочева сівозмiна iз сидератами

\ Гряди	1-й рік	2-й рік	3-й рік	4-й рік	5-й рік
1	Вика	Овес	Жито озиме	Люпин	Овес
	Огірок, кабачок	Капуста	Картопля	Морква, цибуля, часник, петрушка	Помідор, перець, баклажан
	Горох	Гречка	Конюшина	Фацелія	Редька олійна
2	Овес	Вика	Овес	Жито озиме	Люпин
	Помідор, перець, баклажан	Огірок, кабачок	Капуста	Картопля	Морква, цибуля, часник, петрушка
	Редька олійна	Горох	Гречка	Конюшина	Фацелія
3	Люпин	Овес	Вика	Овес	Рожь озима
	Морква, цибуля, часник, петрушка	Помідор, перець, баклажан	Огірок, кабачок	Капуста	Картопля
	Фацелія	Редька олійна	Горох	Гречка	Конюшина
4	Жито озима	Люпин	Овес	Вика	Овес
	Картопля	Морква, цибуля, часник, петрушка	Помідор, перець, баклажан	Огірок, кабачок	Капуста
	Конюшина	Фацелія	Редька олійна	Горох	Гречка
5	Овес	Жито озиме	Люпин	Овес	Вика
	Капуста	Картопля	Морква, цибуля, часник, петрушка	Помідор, перець, баклажан	Огірок кабачок
	Гречка	Конюшина	Фацелія	Редька олійна	Горох

Корисні функції сидератів.

Функції	Сидерати
Захист від весняних поворотних похолодань	Будь-які холодостійкі сидерати: овес, гірчиця, озиме жито, вика, люпин, конюшина, фацелія
На ущільнених та малозабезпечених поживними речовинами ґрунтах для підвищення їх родючості; для розпушування ґрунтів, що спливаються	Жито, овес, райграс однорічний, буркун, люцерна, вика, вико-вівсяна суміш, вика з житом, сурепиця, редька олійна, ріпак, гірчиця, гірчиця з бобовими, фацелія
На всіх типах ґрунтів з метою дезінфекції від гнилів та парші	Суміш редьки олійної та ріпаку, гірчиці з додаванням календули, чорнобривців, овес, бобові, вико-вівсяна суміш, фацелія, райграс однорічний
На ґрунтах, заражених шкідниками, у тому числі дротяником та нематодами	Суміш: гірчиця, олійна редька, календула, настурція; люпин, фацелія, буркун з домішкою квітучих рослин – чорнобривців та календули; вико-вівсяна суміш, ріпак, бобові, фацелія, конюшина, райграс однорічний, соняшник
На сухих ґрунтах	Ріпак, сурепиця, фацелія – стійкі до посухи
На знеструктурених ґрунтах та ділянках з ерозійними процесами	Фацелія, суріпиця, ріпак, редька олійна, гірчиця та інші культури родин хрестоцвітих, що формують глибоку розгалужену кореневу систему.
На перезволожених ґрунтах із близьким заляганням підземних вод	Серадела, люпин
Для отримання пізнього збору меду бджолами	Всі бобові
Зв'язування азоту в ґрунті, запобігання мінералізації та вимиванню	Усі хрестоцвіті (особливо ріпак та олійна редька) та злакові, гречка.
Захист від ерозії, придушення бур'янів: а) ранній посів на початок августа; б) пізній посів до початку вересня	а) кормові боби, конюшина, люпин, олійна річка, райграс однорічний, ріпак яровий, соняшник, гречка; б) гірчиця, фацелія, жито
Утворення великої кількості органічної речовини при осінньому посіві	Озимі: ріпак, суріпиця, жито та пшениця
Вивільнення важкорозчинного фосфору	Бобові, гірчиця, овес
Розпушення нижніх шарів ґрунту корінням	Люпин, кормові боби, олійна редька, гірчиця, буркун
Для отримання пізнього збору меду бджолами	Фацелія, гірчиця, конюшина, соняшник, кормові боби
Відновлення засолених ґрунтів	Люцерна, буркун, суданка

Форми кормовиробництва та застосування зелених добрив⁸³⁸

Методи використання	Види рослин
Багаторічне кормовиробництво	
Конюшиново–злакова суміш	Конюшина лугова, райграс багаторічний, конюшина повзуча, різні злакові трави
Люцерно–злакова суміш	Люцерна, різні злакові трави
1,5-річне кормовиробництво або зелений пар (осінній висів)	
Конюшиново–злакова суміш	Конюшина лугова, райграс італійський
Однорічна система кормовиробництва або зелений пар (весняний висів)	
Конюшиново–злакова суміш	Конюшина перевернута, конюшина олександрійська, райграс однорічний
Зелений пар	Люпин, боби (покривна культура)
Кормові рослини з високим вмістом обмінної енергії	Кормовий буряк, кукурудза на силос, суміш зернових культур з горохом
Озимі проміжні культури	
Суміш люцерни та злаків, еспарцет	Вика, конюшина інкарнатна, райграс італійський
Суміш віки та жита	Вика та жито
Повторні культури (після озимих проміжних культур)	
Бобові, хрестоцвіті, турнепс, різні злаки	Боби, горох, річна вика
Літні проміжні культури	
Підпокривні культури	Конюшина повзуча, люцерна, конюшина підземна, райграс багаторічний
Культури пожнивного висіву	Крупностебельні бобові, хрестоцвіті, райграс однорічний

⁸³⁸ Горб О.О., Чайка Т.О., Яснолоб І.О. Використання сидеральних культур як відновлюваного джерела енергії в органічному землеробстві. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 4. С. 38-41.

Таблиця 2.42

Коефіцієнти сумарного виходу поверхневих і кореневих решток сільськогосподарських культур залежно від урожаю основної (побічної) продукції (Ігнатенко О. Ф., Петренко Л. Р., Вітвицький С. В, та ін., 1999)⁸³⁹

Культури	Коефіцієнт сумарного виходу побічної продукції, стерні і корневих решток	Урожай основної продукції, ц/га	% від загальної нетоварної біомаси, що залишається на полі	
			побічна продукція	стерня і коріння
Озимі зернові	1,6	10–25	53	47
	1,4	26–40		
Ячмінь	1,3	10–20	52	48
	1,1	21–35	51	49
Овес	1,3	10–20	46	54
	1,1	21–35	50	50
Просо	1,7	2–20	47	53
	1,8	21–30	55	45
Кукурудза на зерно	1,5	30–60	58	42
Горох	1,5	5–20	48	52
	1,3	22–30	54	46
Гречка	1,5	5–15	47	53
	1,7	16–30	52	48
Соняшник	3,2	8–30	50	50
Картопля	0,40	50–200	45	55
	0,14	201–350	50	50
Буряк цукровий	0,14	100–200	53	47
	0,13	201–400	60	40
Кормові коренеплоди	0,16	50–200	26	74
	0,14	201–400	53	47
Кукурудза на силос	–	100–200	–	0,24
	–	201–350	–	0,18
Однорічні трави	–	100–140	–	0,27

Найбільш оптимальні сидерати для коротко ротацийних сівозмін

Влітку незамінними будуть суміші вівса і редьки олійної. Якщо висіяти їх одразу після збирання пшениці, то вже в середині вересня зелену масу можна

⁸³⁹ Стан та шляхи підвищення родючості ґрунтів Полтавської області у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва: Монографія / за ред. А. В. Кохана, Л. Д. Глуценка. Полтав. держ. с.-г. дослід. станція ім. М. І. Вавилова. Полтава, 2015. 90 с.

заробляти, але тут є один нюанс: на неполивних землях отримати сходи буде дуже важко – лише за умов хороших опадів.

На зрошуваних землях у сівозмінах із великою насиченістю озимими культурами, у ланці озима пшениця – озима пшениця або озима пшениця – озимий ячмінь найбільш сприйнятливими є суміш вівса з редькою олійною. Поперше ці культури швидко ростуть і їх можна сіяти в ґрунт без попередньої або з мінімальною обробкою. Зараз є багато сучасних сівалок, які дозволяють робити сівбу без попередньої обробки. Проте треба застосовувати агрегати, що мають дискові сошники. При анкерних сошниках насіння погано заробляється в ґрунт. Крім того, при великій кількості подрібненої соломи на поверхні є ризик, що воно не зійде.

А.С. Суботін⁸⁴⁰ проводив оцінку сидерації у спеціалізованій ланці сівозміни з картоплею. На другий рік користування врожайність картоплі при внесенні 30 т гною на 1 га становила 20,9 т/га (*табл.*). У роки з недостатньою кількістю опадів у травні дія гною виявилася малоефективною. При використанні отави райграсу та проміжних культур на сидерат врожайність картоплі перевищувала 35 т/га.

При заміні ячменю райграсом із сераделлою або з редькою олійною, а також при вирощуванні райграсу однорічного та пасовищного проміжно на сидерат врожайність картоплі зростала в 1,5...1,7 раза.

Продуктивність ланки сівозміни яра культура – картопля при заміні ячменю на райграс та на суміш райграсу із сераделлою або з редькою олійною збільшувалася на 33...40 %. При вирощуванні ячменю на зерно ефективним було проміжне вирощувати люпину вузьколистого на сидерат. У цьому варіанті було відзначено підвищення врожайності картоплі та збільшення продуктивності ланки сівозміни відповідно з 20,9 до 34,1 т/га та з 12,6 до 17,0 т корм. од.

Дещо нижчим був результат при вирощуванні люпину багаторічного: урожайність бульб картоплі склала 30,3 т/га і продуктивність сівозміни – 15,8 т корм. од. При вирощуванні люпину жовтого на корм після ячменю проміжно в середньому за три роки врожайність картоплі становила 25,6 т/га, проте в один рік із трьох по люпину жовтому на корм було отримано нижчий урожай картоплі, а в два роки – вищий (*табл. 2.43*).

При вирощуванні люпину вузьколистого на сидерат спостерігалось значне та стійке за роками підвищення врожайності картоплі порівняно з вирощуванням люпину жовтого на корм.

Сидерати краще сіяти одразу після збирання культури, а потім проводити сходовикликаючий полив. Якщо ж спочатку проводити полив, а потім сівбу, термін отримання сходів затримується днів на 10–12, що важливо для такого короткого періоду вегетації.

⁸⁴⁰ Сидерация в биологическом земледелии Нечерноземной зоны. URL: <https://racechrono.ru/biologizaciya-zemledeliya/4763-sideraciya-v-biologicheskom-zemledelii-nechernozemnoy-zony.html>.

Вже в середині вересня зелену масу, що матиме 200–250 ц/га, можна заорювати. Якщо у якості сидератів обрали суміш вівса і редьки олійної, то це буде додатково сприяти покращенню фітосанітарного стану посівів. Кореневі виділення редьки і сік, який є в біомасі, гальмуватимуть розвиток хвороб.

Таблиця 2.43

Урожайність картоплі в залежності від видів органічних добрив⁸⁴¹

№ поля	Попередник	Норма добрив т/га	Урожайність			
			середня		Приріст до контрольного варіанту	
			т/га	т корм, од./га	т корм. од./га	%
1	Ячмінь на зерно (контрольний варіант)	30	20,9	6.27	–	–
2	Ячмінь на зерно + люпин вузьколистий на сидерат (проміжний посів)	–	–	10,20	3,93	63
3	Ячмінь на зерно + люпин багаторічний на сидерат (проміжний посів)	–	–	9,09	2.82	45
4	Ячмінь на зерно + люпин жовтий на сидерат (проміжний посів)	–	–	7.68	1.41	22
5	Ячмінь на зерно + райграс однорічний на сидерат (проміжний посів)	–	–	10,20	3,93	62
6	Ячмінь на зерно + райграс пасовищний на сидерат (проміжний посів)	–	–	10,20	3.93	62
7	Райграс однорічний на корм, отава на добриво	–	–	10,70	4.43	71
8	Райграс + серадела на корм, отава на добриво	–	–	10,70	4,43	70
9	Райграс + редька олійна на корм, отава на добриво	–	–	9,30	3.03	48

На підставі проведених досліджень та розрахунків встановлено⁸⁴², що з бобових культур для проміжної сидерації найбільш придатні люпини

⁸⁴¹ Сидерация в биологическом земледелии Нечерноземной зоны. URL: <https://racechrono.ru/biologizaciya-zemledeliya/4763-sideraciya-v-biologicheskom-zemledelii-nechernozemnoy-zony.html>.

однорічний гіркий та багаторічний, а на ґрунтах з реакцією середовища, близько до нейтрального, – буркун білий.

Форми озимого жита кормового напрямку характеризуються інтенсивним розвитком, невибагливістю до умов проростання та високою стійкістю врожаїв за роками. З капустяних культур, згідно з комплексом показників, виділяється редька олійна, з трав – райграси однорічний та пасовищний.

Овес і ячмінь у дослідях в окремі роки сильно уражувались корончастою та жовтою іржею, у зв'язку з чим накопичення надземної маси та їхня добра дія виявилася невисокою.

Буркун білий і багаторічний люпин при посіві поживно відрізнялися, як правило, низькою врожайністю зеленої маси (6,0...6,5 т/га) і в підсівах при нестачі вологи в травні–червні сильно зріджувалися.

Зернобобові (горох посівний, пелюшка та вика) характеризуються низьким коефіцієнтом розмноження насіння, через що вони в економічному плані непридатні для використання на зелене добриво.

До найважливіших показників якості органічних добрив відносяться співвідношення вуглецю та азоту (C:N) та загальний вміст азоту. Практично у всіх культурах, оброблюваних на сидерат, співвідношення C:N наближається до оптимального – 1:25, зелена маса бобових культур містить підвищену кількість азоту, їм властива високий рівень розкладання органічної речовини в ґрунті і вони забезпечують достовірні збільшення врожайності ячменю.

В іншому дослідженні⁸⁴³ включення в сівозміну сидеральних культур і заорювання соломи позитивно позначилися на збагаченні ґрунту органічною речовиною. Загалом за період повної ротації сівозміни (5 років) найбільш високі показники надходження у ґрунт органічної речовини відзначені у сівозміні з сидератами – люпином та гірчицею: 38,1 т/га, що рівноцінно внесенню за цей період до 100 т/га гною, а на контрольному варіанті відповідно 9,0 т/га органічних залишків.

Включення в сівозміни сидеральних культур позитивно позначилося і на накопиченні поживних елементів загалом по сівозмінах. Перевага у поверненні основних елементів живлення в біологізованих сівозмінах залишається за сівозмінами з бобовими сидеральними культурами. Заорана рослинна маса містила азоту до 561,2 кг/га, фосфору до 116,4 кг/га, калію до 408,2 кг/га, що значно перевищує кількість елементів живлення в органічній масі стандартної сівозміни (табл. 2.44).

Проведені дослідження показали, що в сівозмінах із сидеральними культурами запана органічна речовина сприяє поліпшенню компонентного складу гумусу, збільшення вмісту фракції гумінових кислот порівняно з типовою сівозміною на 0,3–17%. Тип гумусу залишається гуманно-фульватним, але розширюються відносини C_{гк}:C_{фк} практично всіх випадках до 0,72—0,88, тобто. при заорюванні органічної маси сидеральних культур активізується

⁸⁴² Сидерация в биологическом земледелии Нечерноземной зоны. URL: <https://racechron.ru/biologizaciya-zemledeliya/4763-sideraciya-v-biologicheskom-zemledelii-nechernozemnoy-zony.html>.

⁸⁴³ Федорова А.В. Сидераты как средство повышения урожая. SCI-ARTICLE. 2015. URL: <https://sci-article.ru/stat.php?i=1439184585>.

діяльність ґрунтових мікроорганізмів, обумовлена достатньою кількістю вологи та гарною аерацією.

Таблиця 2.44

Накопичення рослинних залишків у сівозмінах та вміст у них елементів мінерального живлення (середні дані за ротацію)⁸⁴⁴

Сівозміни	Сухої речовини, т/га	Кількість поживних речовин (кг/га)			Розрахункова кількість органіки в еквіваленті гною
		азот	фосфор	калій	
1. Однорічні трави (з/к), озима пшениця, ячмінь, кукурудза (з/к), яра пшениця (контроль)	9,0	128,3	35,3	132,0	26
2. Однорічні трави (сидерат), озима пшениця (заорювання соломи), ячмінь (заорювання соломи), кукурудза (з/к), яра пшениця (заорювання соломи)	16,9	211,0	70,3	260,1	43
3. Однорічні трави + буркун (з/к), буркун 1 г.п. (з/к), отава буркуну (сидерат), озиме жито + озима вика (з/к), суданська трава + яра вика (сидерат), кукурудза (з/к), яра пшениця (заорювання соломи)	17,2	291,9	64,3	196,1	59
4. Однорічні трави + конюшина (з/к), конюшина 1 г.п. (з/к), отава конюшини (сидерат), озима пшениця (з/к), ріпак (сидерат), кукурудза (з/к), яра пшениця (заорювання соломи)	19,0	323,9	65,8	228,0	67
5. Однорічні трави + буркун (з/к), буркун 1 г.п. (з/к), отава буркуну (сидерат), озима тритикале + озима вика (з/к), ріпак (сидерат), кукурудза (з/к), яра пшениця (заорювання соломи)	20,2	351,1	69,8	226,0	72
6. Ріпак (сидерат), озима пшениця (заорювання соломи), ячмінь (заорювання соломи), кукурудза (з/к), яра пшениця (заорювання соломи)	17,9	214,7	68,1	272,3	44
7. Люпин (сидерат), озима пшениця (заорювання соломи), люпин (з/к), гірчиця (сидерат), кукурудза (з/к), яра пшениця (заорювання соломи)	38,1	561,2	116,4	408,2	103

⁸⁴⁴ Федорова А.В. Сидераты как средство повышения урожая. SCI-ARTICLE. 2015. URL: <https://sci-article.ru/stat.php?i=1439184585>.

Які сидерати краще використовувати перед посівами соняшника?

Для неполивних земель хорошим попередником для соняшника є ранні зернові колосові культури. В якості сидератів можна висівати як вівсяно-редькову суміш, але вже після випадення опадів. В якості озимих сидератів частіше всього використовується озиме жито у суміші з озимою вікою.

Для підготовки поля під соняшник сидерати потрібно заробляти у другій половині квітня. Біомаса культур у цей час не дуже велика, але все-таки позитивний ефект вона дає. Головне – не затримуватися з їх заробкою. Якщо залишити культури на полі до початку травня, то їх буде важко заробити в ґрунт – він надто висушується. Краще заробити меншу біомасу, але отримати нормальні сходи соняшника.

Щодо поливних земель. Тут озимі суміші зазвичай висіваються після пізніх культур, тобто сої або кукурудзи, бо ці культури зараз фактично займають 75–80% у структурі посівних площ. У такому випадку також кращими будуть суміші озимиго жита з озимою вікою, проте їх вже можна потримати довше, тобто відтермінувати час їхньої заробки.

Освоєння в галузі біологізованих сівозмін з заорюванням соломи має забезпечити збільшення продуктивності полів, створити можливість забезпечення галузі тваринництва високобілковими кормами, а також призупинення падіння та збереження ґрунтової родючості.

Які сидерати зараз в Україні є найбільш популярними

На неполивних землях сіють суміші вівса з редькою олійною, на зрошуваних сидерати використовують менше. Зверніть увагу, кукурудза на зрошувальних землях формує біомасу стебел порядку 12–15 т, якщо заробити цю біомасу в ґрунт, то важко буде одночасно з нею заробити і сидеральні культури. На поверхні ґрунту утворюється шар близько 12–15 см біомаси. Якісний посів буде важко проводити, бо потрібно розгрібати кожен рядок під посів.

Проте сидерати на зрошувальних землях, особливо з краплинним поливом, використовувати все ж потрібно. Поясню чому. При крапельному поливі зволожується лише 30–50 см верхнього шару ґрунту і в цей шар потрапляють добрива, які неповністю розчиняються. Через деякий час верхній шар стає більш щільним, накопичує солі. Раніше, коли краплинне зрошення тільки починали впроваджувати в Україні, фермери просто переходили на інші ділянки. Зараз це практично неможливо. Відтак фермери почали прислухатися до порад науковців і застосовують сидерати. У більшості випадків вони сіють буркун білий. Сидерат формує більшу біомасу, але найголовніше – «розсолує» верхній шар ґрунту, створює кращі умови для наступних овочевих культур, стимулює отримання своєчасних і якісних сходів, а також зменшення пестицидного навантаження. Адже разом із заробкою біомаси сидеральної культури, заробляється ще й маса бур'янів, які ще не встигли сформувати насіння і тим самим зменшується забур'яненість посівів.

Застосування сидератів на полях із краплинним зрошенням також покращує поживний режим ґрунту і агрофізичні його властивості, особливо це

стосується щільності і водопроникності. Адже навіть при краплинному зрошенні необхідно, щоб вода проходила хоча б на 40 см. Якщо вода залишатиметься зверху, то коренева система овочевих культур формується дуже близько до поверхні ґрунту, і при найменших перебоях із постачанням води культури страждатимуть. Навіть 2–3 дні затримки з поливом дуже негативно впливають на овочеві культури. Якщо коренева система сформувалася в більш глибоких шарах, то вони витримують довший проміжок часу без поливу.

Третій популярний сидерат – суміш озимого жита з озимою вікою, що найчастіше використовується при насечиній сівозмін культурами з тривалим періодом вегетації (кукурудза, соя).

Саме ці три групи: овес і редька, озимі жито і вика, а також буркун – найчастіше і використовуються як сидерати. Ці культури швидко ростуть і накопичують значну біомасу.

Які гарні сидерати–медоноси

Буркун – хороший медонос. Можна сіяти і фацелію, але виходячи з того, чи будуть пасічники на ці поля цілеспрямовано виставляти вулики. Бо як сидерат фацелія накопичує не надто багато зеленої маси

Які найліпші сидерати для садів і ягід та у овочівництві

Усі рослини сидерати для зернових можна застосовувати і для садів. Не варто хіба що вирощувати буркун – як більш висока культура він ускладнює обробку садів пестицидами. Тож у садівництві його практично не використовують. Зеленої масу скошують, залишаючи її на поверхні ґрунту. Це вже звичайно не буде сидерат, проте зелена маса мульчує ґрунт, зменшує випаровування вологи. Другий варіант – подрібнити і заробити у ґрунт (*табл. 2.45*). Класифікація сидератів як попередників овочевих культур представлена в *таблиці 2.46*.

Сучасні суміші сидератів на ринку України (сформовано на основі⁸⁴⁵)

Вибір суміші сидератів залежить від конкретних умов кожної ділянки, а також, від того, в якому саме напрямку необхідно покращувати ґрунт ділянки.

Суміш сидератів «Універсальна» – ретельно підібрана суміш культур, створена для максимального і довгострокового впливу на ґрунт. У нього включені як теплолюбні, так і більш холодостійкі культури з групи злаків, капустяних та бобових рослин. З періоду появи сходів, росту і цвітіння максимально рознесені за часом і необхідним умовам, тому сидерати ростуть навіть при настанні легких нічних заморозків, або, навпаки, в спеку і посуху серпня. Стійкість, тривалий період росту зеленої маси, широкий спектр культур – переваги суміші Універсальна. Її вирощування привертає дощових черв'яків, стимулює розвиток корисної ґрунтового міцелію і пригнічує ріст бур'янів, а також розпушує її і збільшує вміст доступних елементів живлення. Рекомендується для підвищення родючості і здоров'я ґрунту при вирощуванні будь-яких культур.

⁸⁴⁵ Ефективні суміші сидератів - сучасні рішення проблем ґрунту. URL: https://leto.ua/ua/article/effektivnyie_smesi_sideratov_sovremennyye_resheniya_problem_pochvyi.

Зелені добрива в овочівництві⁸⁴⁶

Культура	Норма висіву (г/0,1 га)	Час культивування (тиждень)	Глибина висіву (см)	Примітки
Ранньовесняний висів				
Фацелія (початок травня)	200	6–9	1–1,5	Кормова база бджіл, інтенсивний розвиток кореневої системи, не є морозостійкою
Боби кінські	1500	6–9	8–10	Морозостійка культура (рання сівба)
Шпинат	300–500	4–7	1–2	Морозостійка культура (рання сівба)
Піврічне або цілорічне зелене добриво (висів з березня до середини серпня)				
Конюшина олександрійська	300	6–9	1–2	Неморозостійка культура з прискореним темпом зростання
Вика з горохом і вівсом	2000	8–12	3–4	Ефективна суміш
Незимостійкі додаткові посіви (висів до початку вересня)				
Чина з горохом	1500–2500	6–9	3–5	Використовується як зелена маса, а також для підсіву до капусти, кукурудзи, є гарним азотофіксатором
Вика	1000	6–8	3–4	Добре переносить ранні морози, гарний азотофіксатор
Вика з вівсом	600 і 400	8–12	3–4	Карбонатні ґрунти, уповільнений розвиток на початковій стадії
Люпин гіркий (до початку серпня)	1800	9–10	2–3	Рослина, що глибоко укорінюється, високоефективна в якості попередника, підходить для вирощування на кислих ґрунтах
Фацелія	150–200	6–9	1–1,5	Кормова база бджіл, інтенсивний розвиток кореневої системи
Редька олійна	300	5–8	2–3	Дуже ефективна рослина з глибоким укоріненням
Гірчиця посівна	300	3–5	1–2	З прискореними типами зростання, помірною нормою висіву, у сівозміні розміщати не перед капустою будь-яких видів, корисно розміщати перед злаками
Зелене добриво на зимівлю (посів до середини жовтня)				
Вика волохата	800	до кінця квітня	1–3	Маловимоглива культура, азотофіксатор
Вика волохата і інкарнатна конюшина	400 і 150		1–3	Низькорослий зимовий трав'яний покрив з високим вмістом азоту
Вика волохата і жито	400 і 600		1–3	Ефективно сприяє відновленню родючості ґрунту
Жито	1800		1–3	Ефективна за пізньої осінньої сівби
Підпокровні культури				
Конюшина повзуча	150–250	до кінця квітня	0–1	Швидко прикриває ґрунт, стійкий до витоптування
Конюшина підземна	400–600		1–2	Густий травостій, стійкий до витоптування, відмерзає

⁸⁴⁶ Горб О.О., Чайка Т.О., Яснолоб І.О. Використання сидеральних культур як відновлюваного джерела енергії в органічному землеробстві. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 4. С. 38-41.

Сидерати як попередники для овочевих культур

Сидерати-попередники	Культури, які можна вирощувати після сидерата
Гірчиця, олійна редька, ріпак, суріпиця	Томат, картопля, баклажан, перець, огірок, кабачок, гарбуз, морква, кріп, петрушка
Ячмінь, овес, жито	Огірок, кабачок, гарбуз, томат, перець, баклажан, картопля
Конюшина, люпин, сочевиця, люцерна, кормові види бобів, вика озима та яра	Картопля, томат, баклажан, перець, капуста, редька, редиска, огірок, кабачок, гарбуз
Гречка	Всі культури, крім щавлю, шпинату, ревеню

Суміш сидератів «Азотфіксуюча» – входять бобові культури, що дозволяє природним шляхом фіксувати азот в ґрунтового профілі.

Крім того, потужна коренева система бобових культур проникає в глибокі горизонти ґрунту, руйнуючи ґрунтову «підшву» і переводячи в доступну форму фосфор з глибоких шарів ґрунту.

Максимуму фіксація азоту досягає в момент цвітіння рослин. Використання даної суміші сидератів особливо рекомендується на мологумусних, худих ґрунтах, бідних азотом.

Підвищує ефективність засвоєння азоту рослинами суміші обробка ґрунту перед посівом або інокуляція насіння препаратом Азотобактерин.

В якості сидератів у суміші здебільшого використовують бобові культури (еспарцет виколистий, люцерна посівна, вика яра, буркун, люпин, серадела), які більше корисні для збагачення ґрунту поживними речовинами. Під впливом бобових сидератів у 4–7 разів збільшується кількість бульбочкових бактерій, значно підвищується ферментативна активність ґрунту, покращуються його фітосанітарні та водно-фізичні властивості, створюються умови для інтенсивного розвитку мікроорганізмів і мікрофауни, яка визначає родючість даного поля. Позитивна дія сидерату триває протягом 3–4 років.

Суміш сидератів «Гумусноформуєча» – це суміш культур, які формують значну біомасу і володіють потужною кореневою системою. Їх вирощування структурує ґрунт і привертає ґрунтових тварин, бактерії і гриби, «оживляє» її. Заорювання і розкладання суміші робить процеси мінералізації органічної речовини в ній ефективним і гармонійним. Швидке зростання рослин з достатньою кількістю органічної маси добре готує ґрунт під посів наступної культури, робить її воздухопроницаемой і вологоємність. При посіві суміші в кінці літа–початку осені – сидерати вкриють її своєрідною мульчею, оберігаючи від розмивання і вимивання поживних речовин. Дана суміш сидератів ідеально підходить для ґрунтів з низьким вмістом органічної речовини.

Суміш сидератів «Розрихлююча» – своєрідний природний плуг. До складу входять культури з найбільш потужними і глибокими кореневими системами, здатними рости навіть в дуже щільних ґрунтах. У суміш включені злакові та дводольні культури.

Залишаючись в ґрунті, коріння сидератів розпушують її, сприяють проникненню в глибину повітря, вологи, бактерій і ґрунтових тварин, а біомаса – істотно збільшує вміст гумусу в ґрунті і привертає дощових черв'яків.

Суміш сидератів щедро насичує ґрунт корисними елементами живлення – азотистими сполуками і цукрами, її застосування робить доступним рослинам фосфор і калій з глибоких шарів ґрунту.

Суміш сидератів «Медоносна» – складається з великого числа рясно квітучих видів рослин з рознесеним в часі періодом цвітіння. Вже через 20 днів після посіву починається її цвітіння, яке триває до глибокої осені. Може використовуватися на полях, в садах, пасіках, присадибних ділянках для залучення комах-запилювачів, для збору нектару бджолами, для відлякування та знищення комах-шкідників.

Наскільки дорогі рослини сидерати

Найбільш доступні фермерам сидерати – овес і редька олійна, що коштують близько 500 грн/га. Буркун більш дорогий – 1–1,5 тис /га. Якщо у суміш сидератів додавати горох, що має більш високу норма висіву (потрібно 120 кг/га), це здорожчує вартість посіву до 800–900 грн/га. Проте за короткий термін, що горох ростиме на біомасу, він не встигне наситити ґрунт азотом настільки, щоб це компенсувало затрати на насіння. Буркун – більш дорога культура, але якщо використовувати насіння власного виробництва, то можна вкластися у 500–700 грн/га. Той, хто хоче використовувати у якості сидерату буркун, повинен мати хоча б невеличке насіннєве поле – близько 5–10 га, це значно вигідніше, ніж купувати насіння. Для його збору підійде універсальний комбайн

Які основні помилки при застосуванні сидератів

Пізня заробка у ґрунт. Особливо це стосується ранньовесняних посів. Фермери прагнуть отримати більше маси, проте рослини старішають і дуже повільно потім розкладаються у ґрунті, особливо за засушливої погоди. Щодо озимих сидеральних культур, наприклад, жита, то чим старша рослина – тим потужніше розвивається коренева система і її потім важко якісно заробити ґрунт.

Зараз на ринку вже вистачає препаратів–деструкторів. Якщо на зрошувальних землях після зернових колосових культур, що мають великі залишки соломи, стерні, висіваються проміжні культури на сидерат, то під час заробки маси восени доцільно застосувати додатково деструктори. Досліджували⁸⁴⁷ препарати–деструктори БТУ–центр («Екостерн» і «Органік баланс»), а також препарати Інституту агроєкології і природокористування

⁸⁴⁷ Коваленко А. Як правильно застосовувати сидерати?URL: <https://propozitsiya.com/ua/kak-pravilno-primenyat-sideraty>.

НААН. За нашими дослідженнями, деструктори пришвидшують розкладання і поживних рештків і сидератів в 2 рази

Слід відмітити і практичні рекомендації щодо сидерації на підставі узагальнень⁸⁴⁸

При виборі тієї чи іншої сидеральної культури потрібно враховувати кліматичні, ґрунтові і організаційно–економічні умови господарства. Особливу увагу необхідно звертати на насінництво, оскільки, як ми вже відмічали, вартість насіння складає основну статтю витрат при вирощуванні культур на зелене добриво. Коефіцієнт розмноження бобових значно нижчий, ніж капустяних, тому і вартість насіння бобових є вищою. Проте, при вирощуванні бобових сидератів, не практикується внесення мінерального азоту. В той же час злакові і капустяні необхідно підживити азотом у формі мінеральних добрив з розрахунку 60–90 кг/га. Враховуючи вище зазначене, можна констатувати, що собівартість одиниці зеленої маси бобових, злакових і капустяних культур може вирівнюватися. Відразу після сходів сидерати починають «працювати» на родючість ґрунту. Сонце на полях, зайнятих ними, не пересушує верхній шар, не вбиває мікрофлору, а лише сприяє фотосинтезу. Бобові збагачують ґрунт азотом, який фіксують із повітря бульбочкові бактерії, розміщені на їхньому корінні. Накопиченого азоту вистачає як сидеральній культурі, так і наступній після неї. Позитивний вплив сидерації на родючість ґрунту і урожайність сільськогосподарських культур зберігається протягом трьох років.

Так само, як і гній, сидерати є важливим джерелом для синтезу органічної речовини ґрунту. У якості сидератів здебільшого висівають бобові культури (еспарцет виколистий, люцерна посівна, вика яра, буркун, люпин, серадела), які більше корисні для збагачення ґрунту поживними речовинами. Висівають також редьку олійну, гірчицю, фацелію та інші. Для покращення структури верхнього шару ґрунту використовується гречка. Висівають також суміші, наприклад: вика яра + овес посівний, редька олійна + жито та ін. Сидеральні культури вирощують з підсівом до покривної культури, поукісно і поживно. У першому випадку, у рік вирощування, сидерати підсівають під покривну культуру (ячмінь ярий, кукурудза на зелений корм та ін.), або висівають безпосередньо після збирання основної культури (поукісно, поживно).

При вирощуванні сидеральних культур з підсівом під покривну культуру поле готують за технологією підготовки ґрунту для покривної культури. При вирощуванні сидератів післяукісно або поживно ґрунт готують переважно знаряддями РВК–7,2, АКР–3,6 та ін. на глибину 6–8 см. Головне – не допустити розриву між збиранням попередника і сівбою сидерата, бо це призводить до значної втрати вологи і, як наслідок, гіршого розвитку сидеральної культури. Важливо також забезпечити загортання насіння у вологий ґрунт.

Сівбу проводять услід за обробітком ґрунту або одночасно з ним агрегатами – сівалками–культиваторами СЗС–2,1, СКЛ–6, СКЛ–12. Основний спосіб сівби – звичайний рядковий; норми висіву при післяукісному або

⁸⁴⁸ Сидеральні культури. Практичні рекомендації / Антоненко С.С., Антоненко А.С., Писаренко В.М. [та ін.]. Полтава: РВВ ПДАА, 2011. 31 с.

поживному посівах збільшують на 20–25% порівняно з оптимальними умовами (при посіві весною) і загортають його на 1–2 см глибше. Проводять коткування, досходове і післясходове боронування легкими посівними боронами, а на широкорядних посівах – і міжрядний обробіток.

Найкращі результати для одержання дружніх сходів і наступного росту сидератів дає саме поверхневий обробіток ґрунту: зберігається волога, до мінімуму зводиться негативна дія на нього ерозії, знижується забур'яненість, зменшується кількість проходів агрегатів, не ущільнюється ґрунт. У поєднанні з сидератами поверхневий обробіток забезпечує найефективніше збереження та підвищення родючості ґрунту.

Фази заробляння сидератів у ґрунт⁸⁴⁹. При використанні сидеральних культур важливе значення має фаза їх розвитку при заорюванні у ґрунт. Досить часто фермери для формування великої вегетативної маси зеленого удобрення перетримують його, що веде до огрубіння стебел рослин та ускладнення їх загортання у ґрунт та уповільнення розкладання. Злакові культури найкраще заорювати до фази колосіння, а бобові – до цвітіння, саме в цих фазах розвитку біомаса, що швидко розкладається, може забезпечити найбільший приріст урожаю.

На більш пізніх фазах розвитку культур у рослин накопичується значне кількість лігніну, процес мінералізації зменшується і в ґрунті зростає кількість органічної речовини.

Глибиною загортання біомаси також можна регулювати їх використання. Мілке заорювання сприяє швидкій мінералізації та збільшенню врожайності культури, глибоке – накопиченню гумусу.

При загортанні сидератів в осінній період найкращими умовами є охолодження орного горизонту до 5 °С. За цієї температури зменшується діяльність ґрунтового гвич мікроорганізмів, рослинна маса, що потрапила до ґрунту, повільно мінералізується. З настанням тепла, навесні, процеси мінералізації активізуються, до ґрунтового розчину потрапляють елементи живлення у легкодоступній для рослин формі, при цьому з ґрунту активно виділяється вуглекислий газ, що слугує додатковим джерелом живлення вуглецю для рослин.

Особливо гарно відгукуються на таке удобрення культури батьківщини гарбузових – кабачок, патисон, огірок, процеси мінералізації активізуються, до ґрунтового розчину потрапляють елементи живлення у легкодоступній для рослин формі, при цьому з ґрунту активно виділяється вуглекислий газ, що слугує додатковим джерелом живлення вуглецю для рослин. Особливо гарно відгукуються на таке удобрення культури батьківщини гарбузових – кабачок, патисон, огірок, процеси мінералізації активізуються, до ґрунтового розчину потрапляють елементи живлення у легкодоступній для рослин формі, при цьому з ґрунту активно виділяється вуглекислий газ, що слугує додатковим

⁸⁴⁹ Щербина С., Даценко С. Використання сидеральних добрив в овочівництві. Овочі та фрукти. 2020. URL:

<https://www.pro-of.com.ua/vikoristannya-sideralnih-dobriv-v-ovochivnictvi/>.

джерелом живлення вуглецю для рослин. Особливо гарно відгукуються на таке удобрення культури батьківщини гарбузових – кабачок, патисон, огірок, гарбуз, що розвивають потужну вегетативну масу. Використання біодеструкторів під час загорання зеленої маси вдвічі підвищує ефективність сидератів.

Існують також і інші способи загорання зелених добрив. Досить часто в осінній період обмежуються лише їх підкошуванням, і вегетативну масу залишають на поверхні ґрунту, створюючи шар мульчі, що захищає ґрунт від ерозії.

Часто формування значного врожаю зелених удобрень створює проблеми їх загорання в ґрунт. Зазвичай це відбувається, коли вегетативна маса сидерату становить 20 т/га і більше. Для спрощення загорання застосовують мульчуючи подрібнювачі рослинних залишків або котки–подрібнювачі, що ефективно подрібнюють зелену масу рослин. За їх відсутності рослинну масу прикочують та у подальшому заорюють або дискують за напрямком проходу котків. Також застосовують дискування в один–два сліди, дають рослинним решткам прив'язати протягом 3–4 діб, потім повторюють дискування, після якого поле переорюють.

Слід зазначити, що ефект від сидерації триває до 5 років, найбільш продуктивними є другий та третій рік. Для отримання позитивного результату та нормального розкладання органічних залишків у ґрунті співвідношення вуглецю до азоту в рослинній масі повинно бути на рівні 1:18, досить часто воно порушується у бік зменшення вмісту азоту, тоді його дефіцит компенсують внесенням азотних удобрень у кількості до 10 кг/т рослинних решток.

Рекомендації щодо сумісної зеленої сидерації із соломою⁸⁵⁰

Одним із найбільш дешевих і доступних енергетичних матеріалів для поповнення ґрунту органікою, культурного ґрунтоутворення є нетоварна частина урожаю сільськогосподарських культур – солома, стебла кукурудзи і соняшника, гичка буряка цукрового. Варто пам'ятати, що п'ять тонн сухої маси соломи містять у загальному близько 4,8 тонн органіки. В перерахунку на гній, із вмістом сухої маси 25 %, це дорівнює внесенню 15,5 тонн гною. Тому недопустимим є спалювання побічної продукції, адже це неминуче призведе до погіршення водно–фізичних властивостей ґрунту, зменшення його біологічної активності, зниження чисельності основних еколого–трофічних груп мікроорганізмів, загибелі корисної ентомофауни. Підраховано, що під час згорання 40–50 ц соломи і стерні, з кожного гектара втрачається безповоротно 20–25 кг азоту і 1500–1700 кг вуглецю. Залишена стерня пшениці (не спалена) зберігає 76 % опадів. А це 4–6 ц/га додаткового урожаю зерна наступної культури. За рахунок виключення процесу збирання соломи при комбайнуванні затрати праці зменшуються на 40–60 %. Безпосереднє використання соломи на удобрення майже у 8 разів зменшує затрати праці на приготування і внесення соломистого гною. До найважливіших складових соломи належить органіка, з

⁸⁵⁰ Сидеральні культури. Практичні рекомендації / Антоненко С.С., Антоненко А.С., Писаренко В.М. [та ін.]. Полтава: РВВ ПДАА, 2011. 31 с.

якої в ґрунті утворюється перегній, тобто один із найважливіших показників родючості ґрунту. Можна погодитися, що мінеральні складові, які потрапляють у ґрунт разом із соломою, можна одержати й промисловим методом і внести в ґрунт у вигляді мінеральних добрив. Але це, по – перше, додаткові витрати, а подруге, органічної субстанції не можна створити без рослин. Удобрення соломою є не простим агрозаходом. Для того, щоб вона стала по-справжньому цінним органічним добривом, а не наповнювачем, який ускладнює проведення обробітку ґрунту, необхідно створити умови для якнайшвидшого розкладання соломи. Слід відмітити, що солома зернових культур, стебла соняшника і кукурудзи мають дуже широке співвідношення між вуглецем і азотом (50–100:1). Тому, щоб знизити співвідношення C:N (оптимальне 20:1), а тим самим поліпшити умови мінералізації і сприяти активному формуванню біомаси мікроорганізмів, необхідно вносити мінеральний азот. За його відсутності прискорити розкладання нетоварної частини урожаю польових культур може внесення гноївки або сівба сидеральних культур після подрібнення і загортання соломи в ґрунт. В дослідженнях, проведених на Гомельській державній сільськогосподарській дослідній станції на супіщаних ґрунтах, використання сидератів з соломою позитивно вплинуло на продуктивність сівозміни. Так, солома з сидератами (люпин вузьколистий, люпин багаторічний, гірчиця біла) забезпечили підвищення урожайності бульб картоплі на 10–15 %. В післядії солома з післяжнивним люпином вузьколистим дозволили одержати достовірний приріст урожайності зерна ячменю і вівса 3,5 ц/га, з гірчицею білою – 6,0 ц/га. При загортанні подрібненої соломи в ґрунт перед сівбою бобової сидеральної культури непотрібним є внесення додаткового мінерального азоту. Навпаки, на фоні приробленої соломи симбіотична азотфіксація посилюється, підвищуючи ефективність цього заходу. В Чехії виявлено позитивний вплив гички буряка цукрового в двопільній спеціалізованій сівозміні (буряк цукровий – пшениця яра) на урожайність і якість продукції. В тривалих дослідях (1965–1985 роки) було встановлено, що гичка буряка цукрового, з вмістом 8,86 % сухої речовини, 0,33 % азоту, 0,05 % фосфору, 0,39 % калію, яка була внесена під пшеницю яру окремо або з соломою цієї культури, замінювали гній або гноївку з соломою. Про ефективність застосування побічної продукції сільськогосподарських культур для удобрення свідчать багаторічні результати досліджень Полтавського інституту АПВ ім. М.І. Вавилова. Так, в середньому за 15 років досліджень врожайність зерна гороху при внесенні під нього подрібнених стебел кукурудзи в чистому виді становила 21,9 ц/га, або майже на 2 ц/га більше порівняно з контролем. Від внесення стебел кукурудзи з компенсаційною дозою азоту з розрахунку N_{10} на кожен їх тону, забезпечено приріст урожайності 3,4 ц/га зерна гороху, порівняно з абсолютним контролем. Приріст врожайності зерна пшениці озимої від внесення побічної продукції попередньої культури – соломи гороху, порівняно з контролем – 1,5 ц/га (38,4 ц/га). У варіанті, де крім соломи гороху вносили ще і мінеральний азот по 10 кг на 1 т побічної продукції, врожайність зерна пшениці зросла, порівняно з контролем на 6,1 ц/га (43,0 ц/га)

і на 4,6 ц/га порівняно з чистою соломою. Внесення під кукурудзу лише побічної продукції попередньої культури подрібненої соломи озимої пшениці, розподіленої по полю при збиранні не пов'язано, практично, ні з якими додатковими витратами. Тут, в середньому за 15 років, приріст врожайності склав 5,3 ц/га (63,0 ц/га). У середньому за роки досліджень, приріст врожайності 11,2 ц/га (68,9 ц/га), одержано при внесенні побічної продукції з компенсаційною дозою мінерального азоту. Використання соломи та поживних решток може забезпечити додатково отримання органіки в обсязі 1,3 млн. тонн в перерахунку на гній (або це еквівалентно внесенню 17,8 тис. тонн мінеральних добрив). Матеріали які викладені в рекомендаціях переконливо показують важливу роль сидератів у землеробстві. Широке використання сидеральних культур підвищує ефективність природокористування, сприяє підвищенню родючості ґрунту, отримання

Підсумовуючи отримані дані, констатуємо, що вирощування сидеральних культур забезпечує ґрунт значною кількістю органічної речовини з меншими витратами ніж використання гною, відповідно є економічно обґрунтованим. Разом з тим, вагомим є поповнення ґрунту основними поживними речовинами, що покращує мінеральне живлення рослин. Отримані дані приведені в таблиці 2.47.

Таблиця 2.47

Агрохімічна характеристика рослин-сидератів, здійснена розрахунково-еквівалентним методом⁸⁵¹

Сидерат	Урожайність зеленої маси, ц/га	Накопиченов Загальній біомасі поживних речовин, кг/га			Разом, кг/га	У туках, кг/га *
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Еспарцет	275	145	25	75	245	510,4
Вика озима	250	160	75	200	435	906,3
Вико-вівсяна суміш	275	120	35	80	235	489,6
Г орох кормовий	350	80	70	90	240	500
Буркун білий	200	110	45	140	295	614,6
Люпин однорічний	520	230	60	200	490	1020,8
Гречка за 2 заробки	650	200	135	305	640	1333,3
Гірчиця біла	250	60	40	90	190	395,8
Суріпиця	340	135	55	240	430	895,8
Редька олійна	450	85	65	245	395	822,9
Фацелія	300	80	50	200	330	687,5

Розрахунок кількості діючої речовини у туках проводиться на основі їхнього вмісту в комплексному мінеральному добриві- нітроамофосці.

⁸⁵¹ Писаренко П.В., Антоненко А.С., Писаренко В.М., Піщаленко М.А., Пономаренко С.В. Методичні рекомендації з основ органічного землеробства (для фермерів досвід ПП Агроекологія). Полтава. 62 с.

Матеріали *таблиці 2.47* свідчать, що за використання сидеральних культур, як органічних добрив, призводять до накопичення значної кількості поживних речовин. Так, після двох заробок гречки у ґрунті накопичується до 640 кг/га N, P₂O₅, K₂O. Значна кількість цих макроелементів залишається після люпину однорічного, вики озимої, суріпиці, редьки олійної, фацелії, еспарцету. Безумовно, найбільша кількість біологічного азоту залишається після бобових культур таких, як люпин однорічний, вика озима, еспарцет, хоча при двох заробітках біомаси гречки цей показник теж вагомий. Необхідно також відзначити, що гречці притаманна властивість засвоювати важкорозчинні макроелементи, зокрема фосфор, та переводити їх у легкодоступні форми, які використовуються іншими рослинами. За перерахунку діючої речовини основних поживних речовин, наведених в *таблиці* у фізичну вагу мінеральних добрив (туки), ми отримуємо обсяги добрив, які майже досягають або близькі рекомендованим для основних сільськогосподарських культур. Може виникнути питання, а чи достатньо поживних речовин, вироблених сидератами, для забезпечення оптимального живлення рослин? У зв'язку з цим приводим науково-рекомендовані норми внесення мінеральних добрив для зони Лісостепу. Так, для пшениці озимої вони становлять N₉₀₋₁₂₀ P₆₀ K₉₀, пшениці ярої та сої – N₆₀ P₆₀ K₆₀, кукурудзи N₉₀₋₁₂₀ P₆₀₋₉₀ K₉₀₋₁₂₀, соняшнику – N₆₀ P₆₀₋₉₀ K₄₀₋₆₀, буряка цукрового (за нестійкого зволоження) – N₈₅₋₁₀₀ P₁₂₀₋₁₃₀ K₁₁₅₋₁₂₅. Підсумовуючи викладені матеріали, можна стверджувати, що вирощування сидеральних культур у більшості випадків забезпечує рекомендований режим мінерального живлення основних сільськогосподарських культур⁸⁵².

Таким чином, підвищення питомої маси біологічного азоту та інших поживних речовин в агроєкосистемах за рахунок збільшення площ сидератів (в першу чергу бобових сидеральних культур), є основним важелем стабілізації продуктивності, енергетичної та економічної ефективності землеробства.

Сидерація є одним із основних чинників органічної системи землеробства. Цей захід є обов'язковим і за перехідного періоду, а також і в умовах інтенсивного землеробства.

Використання його збагачує органікою ґрунт, збільшує кількість поживних речовин, в цілому поліпшує родючість ґрунту і рентабельність землеробства. За використання сидератів практично зникає необхідність внесення мінеральних добрив, що є екологічно і економічно обґрунтованим заходом.

Це все сприяє зростанню рентабельності виробництва, екологічному оздоровленню ґрунту, поліпшенню його родючості на біологічних принципах ведення господарства, охороні довкілля, та переходу до органічного землеробства.

⁸⁵² Писаренко П.В., Антоненко А.С., Писаренко В.М., Піщаленко М.А., Пономаренко С.В. Методичні рекомендації з основ органічного землеробства (для фермерів досвід ПП Агроєкологія). Полтава. 62 с.

Відмічається⁸⁵³, що бобові культури, особливо люпин, добре ростуть на менш родючих ґрунтах і не потребують внесення азоту, але погано витримують забур'яненість полів і не завжди можуть за короткий післязливний період наростити значну біомасу.

Капустяні сидеральні культури краще ростуть на більш родючих ґрунтах, проте негативно реагують на дефіцит вологи і потребують відповідного азотного живлення. Ці культури більш вимогливі до рівня культури землеробства, за винятком редьки олійної. Остання за своїми вимогами до ґрунтової родючості відрізняється від інших капустяних відносно невибагливістю.

Усі капустяні, особливо редька олійна, значно пригнічують розвиток бур'янів, в тому числі багаторічних.

Злакові культури – жито озиме, овес, райграси – краще витримують надлишкову кислотність ґрунту і невисокий вміст у ньому поживних речовин, добре реагують на внесення азоту.

За П.Н. Філімоновим (1974) при післяукісних посівах різні культури мають різну тривалість вегетаційного періоду (табл. 2.48).

Таблиця 2.48

Тривалість вегетаційного періоду деяких сидеральних культур при післяукісній сівбі⁸⁵⁴

Культури	Вегетаційний період, днів	Сума ефективних темп. вище +5 °С
1. Люпин жовтий кормовий	85–90	845–900
2. Люпин вузьколистий	85–90	750–850
3. Серадела	85–90	600–700
4. Пелюшка, вика яра	50–60	600–700
5. Редька олійна	45–55	420–450
6. Гірчиця	85–90	750–850
7. Ріпак ярий та озимий	45–50	600–800
8. Суріпиця озима	40–50	350–400
9. Суріпиця яра	35–40	290–350
10. Фацелія	55–65	400–450

Вибір того чи іншого виду сидерату визначається також характером його дії на ґрунт, зокрема збільшенням вмісту азоту та інших елементів живлення.

⁸⁵³ Органічні добрива: навчальний посібник (для студентів напряму підготовки 201 «Агрономія») / С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький [та ін.]. Житомир: Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 200 с.

⁸⁵⁴ Органічні добрива: навчальний посібник (для студентів напряму підготовки 201 «Агрономія») / С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький [та ін.]. Житомир: Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 200 с.

Для вибору виду рослин на зелене добриво в конкретному господарстві необхідно враховувати ґрунтові та погодні умови, період вегетації проміжної культури з урахуванням строків звільнення поля від попередника, технологію підготовки ґрунту, удобрення поля, а також слід визначати цільове призначення посіву: боротьба з ерозією ґрунту, поліпшення його фітосанітарного стану і поживного режиму, одержання високих урожаїв послідуєчих культур⁸⁵⁵.

За даними Інституту сільського господарства Полісся УААН (1991–1992 рр.) при радіаційному забрудненні ґрунту 5–7 Кі/км² люпин, як бобова культура, накопичує в зеленій масі радіоцезію 203–273 Бк/кг, що в 35–37 разів, більше ніж редька олійна і в 52–61 разів більше ніж жито. Під впливом сидератів, особливо люпину, накопичення радіоцезію в урожаї послідуєчих культур зростає.

У зв'язку з цим, на територіях, що постраждали від аварії на ЧАЕС, для сидерації доцільно застосовувати капустяні та злакові культури, які на відміну від бобових не накопичують в зеленій масі радіонукліди в дозах, що перевищують допустимі рівні.

Відмічається⁸⁵⁶, що економічна ефективність зеленого добрива визначається, насамперед, приростом урожаю першої удобреної культури, під яку безпосередньо використовується сидерат, а також витратами на вирощування сидерату і загортання його в ґрунт. Рівень ефективності сидератів залежить від здатності цих рослин за відносно короткий період нарощувати достатню кількість біомаси (наземна маса та корені в орному шарі) і забезпечувати стабільні врожаї культур, що удобрюються.

На підставі польових дослідів, проведених на Чернігівській обласній сільськогосподарській дослідній станції, встановлені такі найбільш придатні для сидерації культури для зони Полісся та Лісостепу України (*табл. 2.49*)

З капустяних культур згідно з комплексом показників виділяється редька польова (олійна), з трав – райграс однорічний та пасовищний. Жито озиме кормового призначення характеризується інтенсивним розвитком, невибагливістю до умов вирощування, високою сталістю врожаїв. З бобових культур найбільш придатні для проміжної сидерації: однорічний гіркий люпин, багаторічний люпин, серадела, а на ґрунтах з рНсол. 6,5–7,2 – буркун білий.

Наголошується⁸⁵⁷, що важливим показником оцінки сидератів є одержання якісного насіння з високим коефіцієнтом розмноження. Коефіцієнт розмноження насіння найвищий у капустяних культур (32–60), буркуну (30), найнижчий – у жовтого люпину (4). До середнього ступеня придатності на зелене добриво у проміжних посівах, незважаючи на високий коефіцієнт розмноження насіння (50), відносяться гірчиця і ріпак, через слабку сталість урожаїв, високі вимоги до умов зволоження і родючості ґрунту.

⁸⁵⁵ Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І., Лопушняк В. І. Агрохімія. В 2 ч. Луцьк: Надтир'я, 2013. 632 с.

⁸⁵⁶ Органічні добрива: навчальний посібник (для студентів напряму підготовки 201 «Агрономія») / С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький [та ін.]. Житомир: Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 200 с.

⁸⁵⁷ Органічні добрива: навчальний посібник (для студентів напряму підготовки 201 «Агрономія») / С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький [та ін.]. Житомир: Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 200 с.

Таблиця 2.49

Придатність рослин для сидерації у проміжних посівах⁸⁵⁸

Культури	Вимоги до умов вирощування*	Норма висіву насіння, кг/га	Коефіцієнт розмноження	Нагромадження біомаси (зелена маса + корені), т/га	Ступінь придатності для сидерації**
Люпин вузколистий	н	200	15	240	xxx
Люпин жовтий	н	200	4	200	х
Люпин багаторічний	в.в	60	10	200	xx
Конюшина червона	в	20	10	140	х
Серадела	н	50	12	180	xx
Буркун білий	в.в	20	30	150	xx
Горох	в	300	6	120	х
Вика яра	в	150	10	110	х
Овес	н	180	11	80	х
Ячмінь	в	200	10	70	х
Жито озиме	н	200	10	200	xx
Вика озима	в	60	7	160	х
Жито зеленоукісне	н	75	26	250	xx
Редька польова (олійна)	в.в	40	25	230	xxx
Гірчиця біла	в	20	50	100	xx
Ріпак озимий	в	15	67	130	xx
Перко	в	15	53	150	xx
Райграс однорічний	в.в	40	15	210	xxx
Райграс пасовищний	в.в	30	16	180	xxx

Примітка. * н – невибагливий, в – вибагливий, в.в – відносно вибагливий; ** – xxx – високий, xx – середній, х – слабкий.

⁸⁵⁸ Органічні добрива: навчальний посібник (для студентів напряму підготовки 201 «Агрономія») / С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький [та ін.]. Житомир: Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 200 с.

Таблиця підбору сидератів під різні с / г культури⁸⁵⁹

Городні рослини	Які сидерати садять?	Що не можна висівати
Картопля	Редька олійна, Овес, Конюшина, Соя, Буркун, Люцерна	–
Помідори	Люпин, Гірчиця, Овес, Буркун, Горох, Квасоля. Сочевиця	
Буряк	Гірчиця, Фацелія, Овес, Жито, Редька олійна	Конюшина, Люцерна, Сочевиця, Вика, Люпин
Огірки	Овес, Люцерна, Люпин, Конюшина Соя, Редька олійна	
Горох	Гірчиця, Фацелія, Овес	Люпин, Конюшина, Люцерна
Кабачкові	Овес, Редька олійна, Конюшина, Буркун, Люпин	
Баклажан	Буркун, Люцерна, Жито, Овес	
Часник	Гірчиця, Фацелія, Овес	Люпин, Редька олійна, Люцерна
Редиска	Люцерна, Фацелія, Соя, Овес, Буркун	Гірчиця, Редька олійна
Капуста	Овес, Буркун, Люцерна, Фацелія	Гірчиця, Редька олійна
Цибула	Буркун, Овес, Люцерна, Жито, Гірчиця	
Перці	Люпин, Ріпак, Редька олійна, Овес, Фацелія	

Буркун білий і багаторічний сидеральний люпин в проміжних посівах формують теж низький урожай зеленої маси, тому їх рекомендують вирощувати як підсівну форму у посівах пшениці озимої. Зернобобові культури: горох і вика характеризуються невисоким коефіцієнтом розмноження насіння (4–7), що не дає підстав вважати їх придатними в економічному відношенні для широкого використання на зелене добриво.

У дослідженнях Інституту сільського господарства Полісся УААН в середньому за три роки (1988–1990 рр.) при внесенні $N_{90}P_{50}K_{100}$ під капустяні культури і $P_{50}K_{100}$ під люпин отримано такий урожай цих культур: редька польова – 336 ц/га, люпин жовтий – 255 ц/га, ріпак ярий і гірчиця – 230 ц/га, суріпиця озима 153 ц/га.

⁸⁵⁹ Особистий досвід: Як посіяти гірчицю восени для поліпшення ґрунту? URL: <https://tdazovcable.kiev.ua/osobistij-dosvid-yak-posiyati-girchicyu-voseni-dlya-polipshennya-%D2%91runtu/>.

При використанні цих культур на зелене добриво більш високі врожаї послідуєчих культур було отримано після люпину. Так, приріст зерна ячменю склав 4,0 ц/га, зеленої маси кукурудзи – 68, бульб картоплі – 27,5 ц/га.

Після редьки польової (олійної) приріст урожайності наступних культур становив, відповідно, 2,4 ц/га; 19,4 ц/га; 13,6 ц/га. Ярий ріпак, суріпиця озима і гірчиця в післядії забезпечили прирости врожаю в межах 1,8–2,0 ц/га зерна ячменю, 8,2–13,2 ц/га зеленої маси кукурудзи та 12–17 ц/га бульб картоплі, а внесення під кукурудзу і картоплю 20 т/га гною забезпечили приріст врожаю 20,9 і 15,0 ц/га.

Сумісність сидератів і овочів⁸⁶⁰ (табл. 2.39–2.46):

Пасльонові: картопля, томати, баклажан, солодкий перець, і баштанні: огірки, кабачки, гарбузи, патисони – добре ростуть після таких сидератів, як жито, овес, люпин, олійна редька, гірчиця, буркун, вікоовсяної суміш, рапс, фацелія, райграс однорічний.

Кращі попередники для буряка – гірчиця, суріпиця, редька олійна, вика, злаки. Погані попередники-сидерати: кукурудза і боби (вика, люцерна, (люпин, буркун, конюшина та ін.) І ріпак – через небезпеку зараження нематодою.

Для моркви – все культури гарні, але кращі редька олійна, гірчиця, рапс, суріпиця.

Сидерати для капусти, дайкона, редису, ріпи: буркун, вика, люпин, фацелія, гречка, овес, конюшина, горох, а так само злаки.

Цибулю можна посадити на грядках, де сидератами виступали гречка, люпин, вики і вікоовсяної суміш, ячмінь, фацелія, але в цілому, для цибулі часнику попередниками можуть бути будь-які сидерати, крім кукурудзи і соняшнику.

А ось часник капризніший – для нього кращі сидерати – фацелія і гірчиця. Небажано садити часник після будь-яких бобів сидератів.

Перед посадкою бобових (гороху, квасолі) можна посіяти гірчицю, редьку олійну, рапс, суріпицю, не можна – інші бобові.

Кращі сидерати для суниці: люпин, гірчиця, фацелія, овес.

Значення сидератів для сучасного землеробства на підставі узагальнень І. Шувара⁸⁶¹

Сидерати – важлива складова сучасного аграрного виробництва. Адже вони мають цілу низку цінних властивостей та особливості використання, які, на жаль, часто у виробничих умовах недооцінюють. Попри це сидерати не позбавлені й негативного впливу на агроценоз. Вибираючи ту чи іншу культуру на сидерат, необхідно враховувати ґрунтово-кліматичні, організаційно-економічні та екологічні умови господарства:

1. Важливо пам'ятати кожному землевласникові, що процеси розкладання рослинних решток, їх гуміфікація відбувається тільки за наявності вологи у ґрунті. Тому сидерація найбільш ефективна тільки в західному регіоні України, де практично щороку вистачає запасів вологи для вирощування культур на

⁸⁶⁰ Особистий досвід: Як посіяти гірчицю восени для поліпшення ґрунту? URL: <https://tdazovcable.kiev.ua/osobistij-dosvid-yak-posiyati-girchicyu-voseni-dlya-polipshennya-%D2%91runtu/>.

⁸⁶¹ Шувар І. Сидерати знову "в моді". Агробізнес сьогодні 2014. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/389-syderaty-znovu-v-modi.html>.

зелені добрива. В умовах півдня країни – за умов зрошення, а в Центральних районах сидерати вимагають зрошення під час посух.

2. Висівають насіння культур на сидерат відразу за обробіткою ґрунту або одночасно з ним. Основний спосіб сівби – звичайний рядковий; норму сівби для післяукісного або післяжнивного вирощування збільшують на 20–25 % порівняно з оптимальними умовами (за сівби навесні) і загортають його на 1–2 см глибше. Для підтягування вологи до верхнього посівного шару, отримання дружніх і рівномірних сходів поле до– і після сівби коткують, у разі утворення кірки виконують до– і післясходове боронування легкими посівними боронами, а на широкорядних посівах – і міжрядний обробіток.

3. Рослини на сидерат висівають на тимчасово відкритих, не зайнятих іншими культурами ділянках поля або як ущільнені посіви. Сидерати, які мають добре розвинену кореневу систему, проникають вглиб ґрунту, сприяючи поліпшенню її структури і водопроникності. Коренева система сидератів розпушує і збагачує повітрям важкі глинясті ґрунти та підтримує від розкладання легкі, піщані, сприяє забезпеченню рослин поживними речовинами з глибших шарів ґрунту до верхніх, ближче до коренів їстівних або декоративних культур.

4. Рослини, що вирощують на сидерат, розвивають густу листову поверхню, яка змикається і пригнічує (затінює, виснажує) ріст бур'янів. Деякі з них (наприклад, жито) мають здатність затримувати проростання інших насінин і, таким чином, призупиняють процес появи нових бур'янів на кілька тижнів, підсилюють вплив інших добрив і пришвидшують мікробіологічні процеси у ґрунті.

5. Сидерати, пригнічуючи бур'яни, відновлюють структуру і поліпшують його родючість, захищають ґрунт від вітрової та водної ерозії, мають різнобічний позитивний вплив на водні властивості ґрунту (збільшення інфільтрації води в ґрунт, зменшення випаровування води) і врожай сільськогосподарських культур, а також сприяють біологізації землеробства, мінімізації обробітку ґрунту. Сидерація є важливою складовою енерго– і ресурсощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

6. Зелені добрива збагачують ґрунт на азот і органічні речовини. Часто на гектарі ріллі приносять 35–45 т органічної маси, що містить 150–200 кг азоту. Приорювання зелених добрив сприяє нагромадженню у ґрунті не тільки азоту, а й інших поживних речовин. Важливо те, що при цьому повністю виключено втрати азоту, і вони розкладаються значно швидше, ніж інші органічні добрива, багаті клітковиною. Газоподібні втрати азоту з внесених мінеральних добрив на полі пару удвічі більші, ніж під рослинним укриттям. У процесі розкладання приораних зелених добрив ґрунтового й приґрунтового повітря збагачуються вугільною кислотою, що сприяє переходу ґрунтових фосфатів й інших елементів мінерального живлення у доступні для рослин форми. Швидкість розкладання рослинної маси залежить від глибини загортання, віку сидерату, гранулометричного складу ґрунту. Чим більша глибина залягання й старші рослини, важчий гранулометричний склад ґрунту, тим повільніше розкладається в ньому маса сидерату, і – навпаки.

7. Такі культури, як гречка, люпин і гірчиця мають здатність використовувати з ґрунту важкодоступні для інших рослин малорозчинні форми добрив і перетворювати в доступні форми, підтягуючи їх з глибоких шарів в орний шар ґрунту.

8. Сидерати зменшують кислотність ґрунту, рухомість алюмінію, підвищують буферність, ємність поглинання. Приорювання зеленої маси рослин поліпшує структуру ґрунту, зменшує об'ємну масу орного шару і щільність складання ґрунту. Це надзвичайно важливо, оскільки у цьому випадку нівелюються негативні наслідки ущільнення орного шару ґрунту важкою сільськогосподарською технікою. Оранка сприяє значному збільшенню водопроникності і вологостійкості ґрунту, унаслідок чого зменшується поверхневий стік опадів і стрімко зростає уміст вологи в ґрунті. При цьому значно поліпшується життєдіяльність мікроорганізмів в ґрунті та умови росту й розвитку сидератів. Ґрунт під сидератами не так перегрівається, не пересихає, у ньому весь час активно діють мікроорганізми, дощові черв'яки, які також працюють на поліпшення родючості, на збагачення орного шару органічними речовинами. Тому земля повинна бути вкрита рослинністю, що й максимально наблизитиме поле агроценозу до природного фітоценозу.

9. Дощова вода у верхніх шарах ґрунту розчиняє поживні речовини і виносить їх у нижні горизонти, звідки рослини їх не використовують, забруднюються ґрунтові води, а коріння сидератів перехоплює ці розчини і використовує для формування зеленої маси, фактично поживні речовини залишається в орному шарі.

10. Ґрунт на ділянці, де з осені були приорані сидерати, пухкий, на ньому не застоюється вода, він раніше досягає, що уможлиблює виконувати польові роботи.

11. Сидерати мають важливе фітосанітарне значення. Вони нейтралізують ґрунтовому, несумісність рослин, стрімко зменшують шкодочинність від шкідників і хвороб. Картопля, висаджена після люпинового сидерату, значно менше пошкоджується колорадським жуком. Водночас сидерати є як додаткова культура в системі сіво-зміни, вони зменшують розрив у часі в схемі чергування культур. Навіть за повторного розміщення однієї і тієї ж культури (а таке трапляється досить часто!) на одному полі, посіяні і приорані в ґрунт сидерати значно зменшують шкодочинний вплив беззмінної культури, продукція вищого гатунку (особливо льон, хміль, картопля, овочі).

12. Зелені добрива виконують також важливу фітосанітарну функцію: зменшують забур'яненість посівів і сприяють очищенню ґрунту від шкідників та його оздоровленню. Зокрема, посіви гірчиці білої зменшують захворювання наступних культурних рослин такими поширеними хворобами, як фітофтороз, ризоктоніоз, парша бульб, фузаріозні гнилі, у т.ч. й у картоплі; зменшують чисельність дротяників у ґрунті.

13. Запровадження проміжних посівів сприяє усуненню несумісності культур у сівозмінах, насичених культурами однієї біологічної групи (зернові по зернових, ріпак по ріпаку, повторне вирощування соняшнику та ін.).

14. Більшість сидератів – добрі медоноси. Особливо корисно, коли капустияні культури (тифон, озимий ріпак) зацвітають рано навесні, в цей період (кінець квітня – початок травня) майже немає квітучої рослинності. У досліджах Львівського НАУ (Шувар І. А., 2004) гірчиця біла, яку вирощували на сидерат, витримала короткочасні приморозки (до -8°C) і не втратила своїх життєвих функцій. Підвищення температури у денні години сприяло масовому льоту бджіл на квітучі і запашні рослини, які повернулись до попереднього стану.

15. Позитивна дія сидерату триває впродовж 3–4 років. Сидерати сприяють окультуренню освоєваних земель, відновленню родючості ґрунту. Вони допомагають відновити родючість ущільнених ґрунтів, порушених будівельними та іншими роботами.

16. За науково обґрунтованого поєднання основних та проміжних культур у сіво–зміні сумарний урожай з поля у будь–якому випадку більший в 1,5 разу, ніж за вирощування на полі одного врожаю. При цьому зменшуються використання пестицидів і мінімізуються витрати на їх придбання, а собівартість продукції – на 15–25 % порівняно із сівозмінами без насичення культурами проміжного вирощування. Інтенсивне використання ріллі сприяє також раціональнішому використанню техніки протягом сільськогосподарського року, унаслідок чого значно зростає продуктивність праці.

17. Культури проміжного вирощування є не тільки додатковим джерелом кормів, а й виконують у сівозмінах важливу екологічну функцію. Це відбувається перш за все тому, що, займаючи поля сівозміни в період часу, вільний від вирощування основних культур, вони своїм зеленим покривом захищають ґрунт від ерозії. Відрізняючись від основних культур сівозміни за біологією і технологією вирощування, проміжні культури підсилюють ефект плодозміни, покращуючи фітосанітарний стан поля, особливо, якщо їх використовують на зелені добрива (табл. 2.51).

Таблиця 2.51

Біологічна сумісність основних культур і культур проміжного вирощування у сівозмінах (С. В. Бегей, І. А. Шувар, 2007)⁸⁶²

Основна культура	Культура проміжного вирощування		Наступна основна культура
	перша	друга	
Озимі і ранні ярі зернові	Післяжнивно горох із соняшником, кукурудза, гірчиця біла, редька олійна	–	Ярі зернові, просапні, кормові культури
Однорічні культури та їх сумішки на корм	Післяукісно кукурудза, соняшник, їхні сумішки з бобовими		Озимі зернові або ярі культури
Однорічні культури та їх сумішки	Підсівний райграс однорічний		Озимі зернові або ярі культури
Кукурудза	Проміжні озимі, капустяні, злакові	–	Озимі зернові культури
Горохо–вівсяна сумішка	Проміжні озимі	Післяукісно гірчиця біла	Озимі або ярі культури

⁸⁶² Шувар І. Сидерати знову "в моді". Агробізнес сьогодні 2014. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/389-syderaty-znovu-v-modi.html>.

Таблиця 2.52

Особливості різних сидератів, їх вимоги до ґрунту, часу посіву та дати скошування

Назва	Головні особливості	Тип ґрунту	Строки посіву	Сррок готовності до скошування (від дати сівби)	Норма висіву, г/сотку
Гірчиця (+)	Пригнічує бур'яни та патогенні мікроорганізми, добре розпушує ґрунт	Всі типи	Березень – кінець серпня	1–1.5 місяця	300–400
Вика яра (Боб.)	Азотфіксує рослина, що дає багато зеленої маси, оптимально використовувати в суміші з вівсом	Черноземи, дерново-підзолисті, суглинисті	Березень, 5 червня – 20 липня	3 місяці	1500
Буркун білий (Боб.)	Азотфіксує рослина, добре розпушує ґрунт, підходить для лужних ґрунтів	Усі типи, лужна реакція середовища	Березень – кінець серпня	2–3 місяця, до бутонізації	200
Конюшина рожева* (Боб.)	Азотфіксує рослина, пригнічує бур'яни та патогенні мікроорганізми	Суглинисті, супіщані, дреновані, з низькою кислотністю	Квітень – середина травня, липень–серпень	За 2 тижні до посіву основної культури	170
Люцерна* (Боб.)	Азотфіксує рослина, добре розпушує ґрунт, дає багато зеленої маси	Всі типи ґрунту	З 20 квітня до 15 травня, а також з 15 липня по 15 серпня	1,5 місяці	160–180
Пелюшка (горох кормовий) (Боб.)	Азотфіксує рослина, швидко росте, дає багато зеленої маси	На бідних супіщаних ґрунтах	З 20 березня до 15 серпня	1,5 місяці	1500–1700
Ріпак ярий (+)	Медонос, пригнічує бур'яни та патогенні мікроорганізми	Чорноземи, сірі підзолисті	Березень–серпень	1–1,5 місяці	200

Редька олійна (+)	Дає багато зеленої маси, пригнічує бур'яни та патогенні мікроорганізми.	Суглинисті	З квітня до кінця серпня	1.5–2 місяці	200
Суданська трава (сорго суданське)	Дає багато зеленої маси, пригнічує бур'яни та патогенні мікроорганізми	Всі типи ґрунтів	З 9 травня по 15 серпня	1.5–2 місяці	300–500
Фацелія	Медонос, швидко відростає, пригнічує бур'яни та патогенні мікроорганізми	Всі типи ґрунтів + супіщані, кам'яністі ґрунти	З березня до кінця серпня	1–1.5 місяці	120
Суріпиця озима (горлиця) (+)	Виростає раніше за всіх озимих і трав	Усі типи ґрунтів, нейтральна реакція середовища	За 20 днів до строків посіву озимих зернових	Ранньою весною слідує наступного року	100–120
Ріпак озимий (+)	Дає багато зеленої маси, пригнічує бур'яни та патогенні мікроорганізми	Усі типи ґрунтів, нейтральна реакція середовища	За 20 днів до строків посіву озимих зернових	весна–літо наступного року	100–120
Жито озиме	Росте навіть на найбідніших ґрунтах, морозостійке	Супіщані, суглинисті, бідні ґрунти	З 25 серпня по 20 вересня	весна–літо наступного року	2.500

* Багаторічні рослини (+) – Хрестоцвіті культури не використовувати як попередник капусти! (Боб.) – ці культури не слід сіяти після бобових культур та перед ними!

Головним критерієм науково обґрунтованої структури посівних площ є максимальний вихід продукції (у грошовій формі, в зернових одиницях або інших формах) з одиниці площі при найменших витратах праці і коштів. Іншими критеріями можуть бути: прибуток з 1 га, окупність витрат, собівартість 1 ц кормопротеїнової одиниці тощо.

Сільськогосподарські культури здатні збагачувати ґрунт органічними речовинами (кореневі і післязбиранні та післязбиральні рештки). Кількість рослинних решток, які залишаються у ґрунті після збирання врожаю, залежить від ґрунтово-кліматичних умов, біологічної групи рослин, тривалості їх вегетації, глибини орного шару ґрунту, гранулометричного складу ґрунту, умов живлення рослин, рівня врожаю, способу його використання та ін. (табл. 2.53–2.54)⁸⁶³.

⁸⁶³ Шувар І. Зберегти найцінніше. Агробізне сьогодні. 203. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/378-zberehty-naitsinnishe.html>.

Таблиця 2.53

Біомаса рослинних решток окремих рослин, т/га⁸⁶⁴

Культура	Кількість рослинних решток за даними		
	Й.Тибурського (J.Tyburski)	І. Шуvara	О. Кузьменка
Пшениця озима	3,31	4,0	–
Жито озиме	3,22	–	–
Ячмінь ярий	2,54	3,8	–
Овес	2,86	–	–
Боби кінські на насіння	3,14	–	–
Картопля	0,91	2,0	–
Кукурудза	–	–	3,8
Люцерна	8,22	–	6,7
Буркун білий	–	–	7,6
Конюшина червона	5,23	7,5	7,4
Еспарцет	–	–	5,5
Прчиця біла (проміжні посіви на зе- лений корм/сидерат)	1,42	2,4/5,6	2,9
Фацелія (проміжні посіви)	1,57	–	–
Конюшина біла (підсівна)	3,65	–	–
Вико–вівсяна сумішка	–	4,6	2,8
Редька олійна (зелений корм/сидерат)	–	5,7	–/2,7
Ріпак озимий (зелений корм/сидерат)		4,2/6,9	
Райграс однорічний (зелений корм)	–	2,2	–

⁸⁶⁴ Шувар І. Зберегти найцінніше. Агробізне сьогодні. 203. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/378-zberehty-naitsinnishe.html>.

Чинники збільшення (+) і зменшення (-) кількості органічних решток у ґрунті, т/га (за Eich і Kundler)⁸⁶⁵

Гранулометричний склад ґрунту			Рослина, органічні добрива	
важкий	середній	легкий		
-1,54	-1,40	-1,26	1 га	Коренеплоди овочеві
-1,22	-1,15	-1,12	1 га	Кукурудза, зелені овочі
-0,56	-0,53	-0,49	1 га	Зернові, олійні, технічні культури на волокно
+0,38	+0,35	+0,32	1 га	Однорічні трави: на насіння
+1,16	+1,05	+0,95	1 га	Трави
+2,10	+1,96	+1,89	1 га	Бобові, сумішки
+0,77	+0,70	+0,63	1 га	Проміжні культури на зелене добриво
		+0,35	1т	Гній, суха маса
		+0,28	1т	Гноївка, суха маса
		+0,28	1т	Солома, суха маса
		+0,14		Листки буряків, проміжне вирощування

І. Шувар⁸⁶⁶ також підкреслює, що за нинішньої економічної ситуації в найближчі роки підтримувати родючість ґрунту на оптимальному рівні традиційним шляхом, тобто внесенням гною, не реально. Тому для впровадження ефективних та екологічно збалансованих агротехнологій необхідно застосовувати місцеві ресурси органічних речовин (вторинну продукцію рослинництва, торфокомпости, сапропель, курячий послід), зокрема й сидерати. Для вітчизняного землеробства важливе значення має розробка та

⁸⁶⁵ Шувар І. Зберегти найцінніше. Агробізне сьогодні. 203. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/378-zberehty-naitsinnishe.html>.

⁸⁶⁶ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. Зерно і хліб. 2014. № 1. С. 33-37.

впровадження на виробництві сидеральної системи. Будучи дешевими, досить ефективними й повсюди доступними, зелені добрива виступають невичерпним, постійно відновлюваним джерелом органічних речовин у ґрунті.

І. Шувар⁸⁶⁷ наголошує, що кожному аграрію важливо пам'ятати, що розкладання рослинних решток і їх гуміфікація відбуваються тільки за наявності вологи в ґрунті. Тому сидерація найбільш ефективна лише для регіону України, де вистачає запасів вологи для вирощування культур на зелені добрива.

Висівають насіння рослин на сидерат відразу ж за обробітком ґрунту або одночасно з ним. Основний спосіб сівби – звичайний рядковий. Норму висіву для післяукісного або післяжнивного вирощування збільшують на 20–25 % порівняно з оптимальними умовами (за сівби навесні) й загортають насіння на 1–2 см глибше. Для підтягування вологи до верхнього посівного шару, отримання дружних і рівномірних сходів поле до сівби й після неї коткують. У разі утворення кірки виконують до- й післясходове боронування легкими посівними боронами, а на широкорядних посівах вдаються до міжрядного обробітку.

Рослини на сидерат висівають на тимчасово відкритих, не зайнятих іншими культурами ділянках поля або як ущільнені посіви. Сидерати, які мають добре розвинену кореневу систему, проникають углиб ґрунту, поліпшуючи його структуру й водопроникність. Така коренева система розпушує і збагачує повітрям важкі глинисті ґрунти й уберігає від розкладання легкі піщані, забезпечує рослини поживними речовинами з глибших шарів ґрунту.

А ще рослини, котрі вирощують на сидерат, розвивають густу листову поверхню, яка змикається і пригнічує (затінює, виснажує) ріст бур'янів. Деякі з них (наприклад, жито) мають здатність затримувати проростання інших насінин і призупинити появу нових бур'янів на кілька тижнів, підсилювати вплив інших добрив і пришвидшувати мікробіологічні процеси в ґрунті.

Окрім того, сидерати, пригнічуючи бур'яни, відновлюють структуру ґрунту й поліпшують його родючість, захищають проти вітрової та водної ерозії, справляють різнобічний позитивний вплив на водні властивості ґрунту (збільшення інфільтрації води та зменшення її випаровування).

Культури проміжного вирощування залишаються не тільки додатковим джерелом кормів, а й відіграють у сівозмінах важливу екологічну функцію. Це відбувається, передусім, тому, що у вільний від вирощування основних культур період, вони своїм зеленим покривом захищають ґрунт від ерозії. Відрізняючись від основних рослин сівозміни за біологією і технологією вирощування, проміжні посіви підсилюють ефект плодозміни, покращуючи фітосанітарний стан поля, особливо при використанні їх на зелені добрива (табл. 2.55).

⁸⁶⁷ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. Зерно і хліб. 2014. № 1. С. 33-37.

Біологічна сумісність основних культур і культур проміжного вирощування у сівозмінах⁸⁶⁸

Основна культура	Культура проміжного вирощування		Наступна основна культура
	перша	друга	
Озимі та ранні ярі зернові	Післяжнивно горох із соняшником, кукурудза, гірчиця біла, редька олійна	–	Ярі зернові, просапні, кормові культури
Однорічні культури та їх сумішки на корм	Післяукісно кукурудза, соняшник, їхні сумішки з бобовими	–	Озимі зернові або ярі культури
Однорічні культури та їх сумішки	Підсівний райграс однорічний	–	Озимі зернові або ярі культури
Кукурудза	Проміжні озимі, капустяні, злакові	–	Озимі зернові культури
Горохо–вівсяна сумішка	Проміжні озимі	Післяукісно гірчиця біла	Озимі або ярі культури

У разі помилок під час вибору культур зелені добрива можуть справляти й негативний вплив. Збільшення рівня засміченості ґрунту насінням бур'янів – це наслідок пізнього скошування висіяних рослин. Тому-то, коли забаритися зі скошуванням сидератів з їхньою потужною кореневою системою, то вони розростаються так, що обробляти ґрунт стає складно (під кукурудзу чи соняшник). Збільшення рівня захворювання рослин – також зумовлено недотриманням правил чергування сільськогосподарських культур. Бо ж різні види зелених добрив неоднакові за своїми вимогами до умов зростання. Одні – стійкі до перезволоження, інші – до посухи. Одні потребують родючих ґрунтів, а інші добре ростуть і на бідних.

При виборі культури на зелені добрива необхідно також знати⁸⁶⁹: швидкість її росту, продуктивність нагромадження зеленої маси та якими поживними елементами вона збагачує ґрунт. Варто також пам'ятати, до якої ботанічної родини належить кожна культура, щоби налагодити їх правильне

⁸⁶⁸ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. Зерно і хліб. 2014. № 1. С. 33-37.

⁸⁶⁹ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. Зерно і хліб. 2014. № 1. С. 33-37.

чергування. Рослини з однієї родини уражаються одними й тими ж шкідниками та хворобами. Тому не можна розміщувати поспіль культуру на зелене добриво й основну культуру, які належать до однієї родини. Наприклад, не доцільно сіяти на зелене добриво гірчицю, ріпак, олійну редьку, що належать до родини капустяних, перед вирощуванням усіх видів капусти, редиски, редьки. Культури з родини капустяних на сидерат не використовують як попередник капусти! Люпин краще не сіяти після бобових і перед ними. У сівозміні не варто висівати горох після гороху.

Доволі часто серед фахівців можна почути твердження, що інтенсивне землеробство можливе тільки за рахунок механізації, меліорації та хімізації. Утім, існує світовий та український досвід біологічного землеробства. Один з резервів біологізації, який практично не використовують в аграрних господарствах, сидерація. Застосування зелених добрив дає змогу впливати на агрофізичні та агрохімічні властивості ґрунту, підвищувати ефективність сівозміни. Розширене використання таких специфічних та екологічно чистих органічних добрив, як солома й сидерати залишаються одним з найважливіших елементів біологічного землеробства, що визначає родючість ґрунту та екологічний стан агроєкосистем⁸⁷⁰.

Зелені добрива – важливе джерело гумусу й азоту в ґрунті. Після приорювання 35–40 т/га зеленої маси до ґрунту потрапляє 150–200 кг азоту, що прирівнюють до 30–40 тонн гною. Коефіцієнт використання азоту зелених добрив першого року дії удвічі більший, ніж гною. Відомо, що останнім часом за кордоном (США, Німеччина, Болгарія, Польща, Нідерланди та ін.) сидерати, які вирощують у проміжних посівах, все більше застосовують як органічні добрива.

Зокрема, німецькі фахівці вважають, що сидерація є багатоплановим заходом, тому залежно від призначення зелених добрив (оструктурення ґрунту, збільшення вмісту гумусу, елементів живлення, зокрема азоту, розпушування підорного шару, боротьба з бур'янами, хворобами та шкідниками) рекомендують використовувати тільки певні їх форми. При цьому утвердилася думка, що зелені добрива забезпечують найбільший ефект передусім на важких ґрунтах і в спрощеній сівозміні. До неї схиляються також певні українські, білоруські та російські вчені (*табл. 2.56*).

Автор дослідження підкреслює⁸⁷¹, що найбільш економічно вигідна проміжна форма сидерації, коли замість сидерального пару вирощують рослини на сидерату проміжних посівах. Культури проміжного вирощування мають позитивний вплив на баланс органічних речовин, агрофізичні та інші показники родючості ґрунту, фітосанітарний стан посівів, а також захищають ґрунт від ерозії, зменшують хіміко-техногенний тиск на агрофітоценози, сприяють охороні довкілля та отриманню екологічно чистої продукції.

⁸⁷⁰ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. *Зерно і хліб*. 2014. № 1. С. 33-37.

⁸⁷¹ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. *Зерно і хліб*. 2014. № 1. С. 33-37.

Для хімічного складу сидератів характерне співвідношення C:N, близьке до 10:1, тоді як у гною доброї якості воно в середньому становить 20:1. Унесення органічних добрив з вузьким співвідношенням вуглецю та азоту підсилює біологічну активність ґрунту та процеси мінералізації органіки й приводить до нагромадження поживних речовин. Важливо, що екологічні функції зелених добрив проявляються в мобілізації фосфору, калію, кальцію, магнію, марганцю та інших елементів живлення із глибших генетичних горизонтів ґрунту, а також важко-доступних сполук і залучення їх до кругообігу речовин.

Таблиця 2.56

Тривалість періоду вегетації окремих сільськогосподарських культур, рекомендованих для вирощування на сидерат⁸⁷²

Культура	Тривалість періоду вегетації культури, днів	Сума ефективних температур, більше +5 °С
Люпин жовтий кормовий	70–80	845–900
Люпин вузьколистий	60–70	750–850
Серадела	80–85	600–700
Пелюшка, вика яра	50–60	600–700
Гірчиця біла	50–60	700–800
Ріпак ярий і озимий	45–50	600–800
Свиріпа озима	40–50	350–400
Свиріпа яра	3540	290–350
Редька олійна	45–55	420–450
Фацелія	55–65	400–450

Дослідження різних типів ґрунтів показали, що зелена маса культур позитивно впливає й на інші компоненти поживного режиму.

З-поміж культур, котрі вирощують на зелене добриво, особливо цінні з родини капустяних. Вони найбільш адаптовані для різних ґрунтово-кліматичних зон нашої країни та за кордону. Окрім того, повністю відповідають основним вимогам, які ставлять до культур проміжного вирощування з огляду на холодостійкість, короткий період вегетації, здатність інтенсивно набирати зелену масу, багату протеїном, порівняно низькі витрати, високий коефіцієнт розмноження насіння та адаптивність. На сидерат доцільно вирощувати культури таких біологічних груп, а також різноманітні сумішки:

⁸⁷² Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. Зерно і хліб. 2014. № 1. С. 33-37.

Бобові (конюшина, люцерна, еспарцет, горох, нут, боби, соя, сочевиця, вика, серадела, люпин, квасоля) – ці рослини добре збагачують ґрунт азотом, а їх коріння розпушує його.

Злакові (пшениця, жито, тритикале, ячмінь, овес) – найбільш доступні та швидкозростаючі. До них належать також соняшник, кукурудза, гречка, фацелія.

Капустяні (хрестоцвітні) – ріпак, свиріпа, редька, гірчиця, перко – прекрасні ранні сидерати.

Використання покривних рослин окупує себе⁸⁷³. Застосування принципу беззмінної культури (коли одну й ту ж висівають на певному полі кілька років поспіль) або чергування тільки двох у сівозміні нівелюють ідею безплужного обробітку, перетворюючи його в недосконалу систему, за якої розвиваються хвороби, шкідники, бур'яни, а відповідно зменшується і прибуток.

Проміжна сидерація вигідніша за основну, тому дуже важливо витримати строки сівби. Адже саме вони й визначають врожайність біомаси та надійність сидерації загалом. У виробничих умовах відразу після збирання основної культури вдаються до поверхневого обробітку ґрунту й висівають культури на сидерат. За посушливих умов обов'язково треба виконати до- й післяпосівне коткування ґрунту⁸⁷⁴.

Коефіцієнт використання азоту сидератів першого року дії вищий, ніж перегною, тому внесення азотних добрив під час їх приорювання недоцільне, а фосфорно-калійних – необхідне. Якщо сидерати представлені бобовими культурами, добрива взагалі не вносять або додають тільки фосфорно-калійні, призначені для основної культури.

Спрямовуючи на зелені добрива злакові, доцільно⁸⁷⁵ третину або половину дози азоту та всю фосфору й калію, призначених для основної культури, внести під сидерат. Біомаса його в такому випадку збільшується вдвічі. За використання на сидерат капустяних рослин необхідно пам'ятати, що біомаса олійної редьки, ріпаку, суріпиці та інших рослин визначається наявністю в ґрунті азоту й рівнем його родючості. При низьких запасах азоту та на бідних ґрунтах капустяні культури на сидерати не дають врожаю зовсім.

Варто також зважати на труднощі загортання біомаси в ґрунт⁸⁷⁶. Велику надземну масу (200 ц/га й більше) приорати важко, тож якість оранки буде незадовільною. За високого врожаю маси поле обробляють дисковими знаряддями в 1–2 сліди. Через 3–4 доби після прив'ялення сидерату знову вдаються до луцення, а потім – приорювання за прийнятою технологією. Сидерат з невеликою біомасою загортають відразу.

⁸⁷³ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. *Зерно і хліб*. 2014. № 1. С. 33-37.

⁸⁷⁴ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. *Зерно і хліб*. 2014. № 1. С. 33-37.

⁸⁷⁵ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. *Зерно і хліб*. 2014. № 1. С. 33-37.

⁸⁷⁶ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. *Зерно і хліб*. 2014. № 1. С. 33-37.

Рекомендують ще й таку технологію⁸⁷⁷: сидерат коткують, після чого оруть у напрямку проходу котків. Сидерацію, як правило, застосовують на віддалених від ферм полях, куди економічно не вигідно завозити перегній, а також в агроформуваннях із низьким виходом традиційних органічних добрив, спеціалізованих колективних і фермерських господарствах без тваринництва.

Ефективність сидерату найперше визначають за приростом врожаю першої удобреної культури, під яку його безпосередньо використано, а також витратами на її вирощування. Останні включають вартість насіння і залежать від коефіцієнта його розмноження. Використання вторинних ресурсів землеробства зручне на ґрунтах з будь-яким рівнем родючості, адже повторне внесення залишків за умови додавання до них мінерального азоту й рідких органічних добрив не поступається за ефективністю підстилковому гною.

До речі, на практиці часто вживають термін «сидеральні культури». Такого визначення не існує, бо застосовувати на сидерат можна зелену масу будь-якої культури й навіть бур'янів до утворення ними насіння. Тому-то в науковій і навчальній літературі подібне трактування неточне. За спрямуванням зеленої маси розрізняють повне використання (приорюють всю масу), укісне (лише надземну частину сидератів, вирощених поза сівозміною) та отавне (комбіноване). Останній спосіб у свою чергу поділяють на два види: використовують 2 укуси на зелений корм і приорюють післяжнивню–кореневі рештки або ж перший укіс спрямовують на зелений корм і приорюють отаву другого укусу. Такий вид придатний як отавно-сидеральні пару під озими.

За твердженням все того ж І. Шувара⁸⁷⁸ в Україні набуває актуальності відома й поширена в Європі так звана система Брока. Суть її у підсіванні під ячмінь 8–10 кг насіння райграсу та приорювання зеленої маси під наступну культуру сівозміни – картоплю. При цьому І. Шувар виділяє такі види посівів сидератів⁸⁷⁹: самостійні (в чистому вигляді) й ущільнені (змішані), суцільні та кулісні, підсівні і післяжнивні.

Самостійні посіви сидератів розміщують на окремому полі сівозміни один вегетаційний період (сезон). Утім, вони можуть займати лан або його частину (ділянку) й більш короткий період часу. Наприклад, однорічний люпин розміщують після збирання основної культури сівозміни по пару перед висіванням озимини. Такий посів сидератів називають проміжним або вставним. Самостійну форму сидерації доцільно використовувати тільки у вигляді сидеральних парів під озимі культури. Під інші запроваджувати її не вигідно, адже поле залишається упродовж року непродуктивним.

Ущільнені посіви сидератів – спільне вирощування на ділянці (полі) основної культури й сидерату (рис. 2.40).

⁸⁷⁷ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. Зерно і хліб. 2014. № 1. С. 33-37.

⁸⁷⁸ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. Зерно і хліб. 2014. № 1. С. 33-37.

⁸⁷⁹ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. Зерно і хліб. 2014. № 1. С. 33-37.



Рисунок 2.40 – Ущільнені літні посіви сидератів⁸⁸⁰

Післяжнивні культури сидератів вирощують за умов теплої, вологої і тривалої осені. їх використовують на добрива для цукрових буряків, коренеплодів, кукурудзи, пшениці.

Підзимні (осінні) культури сидератів застосовують у вологих субтропіках Чорноморського узбережжя. Поширені вони й у Середній Азії, Закавказзі, Криму, тобто в регіонах з м'якою зимою. Сіють їх у вересні–жовтні, а приорюють – навесні наступного року.

Кулісні посіви. Сидерати можуть займати не всю ділянку, а тільки його частину у вигляді смуг. За такої технології на ній чергують смуги різної ширини, зайняті й вільні від сидератів. Причому, зелену масу використовують як добриво на сусідній смузі. Кулісний обробіток сидератів застосовують, як правило, в міжряддях садів, чайних і цитрусових плантацій. До такого заходу вдаються і на схилах, розміщуючи куліси впоперек для запобігання водній ерозії. У цьому випадку використовують багаторічні люпин, люцерну, конюшину тощо. Іноді поєднують суцільну та кулісну культуру сидератів.

Подрібнена й приорана в ґрунт солома, а також потенційно інші рослинні рештки обсяг яких визначається видом рослин (*табл. 2.57*) під впливом мікроорганізмів, грибків і актиноміцетів розкладається.

⁸⁸⁰

Які сидерати сіють в осінній період? URL: <https://agronomist.in.ua/gorodnictvo/viroshhuyemo/yaki-siderati-siyut-v-osinnij-period.html>

Таблиця 2.57

Біомаса польових культур, ц/га (за Ф.І. Левіним, 1977)⁸⁸¹

Культури	Врожай (основна продукція)	Побічна продукція (солома, гичка, бадилля)	Поверхневі рештки	Коріння
Жито озиме	10–25	22–50	6,5–11	16–26
	26–40	51–65	11,1–13,8	28–37
Пшениця озима	10–25	20–45	6,5–12	15–28
	26–40	46–57	12,1–13,5	29–40
Пшениця яра	10–20	17–30	6–9	14–22
	21–30	31–35	9–11	23–30
Ячмінь	10–20	15–24	6–9,5	14–22
	21–35	25–39	9,6–10,8	23–29
Овес	10–20	14–29	6–9	12–22
	21–35	31–42	9–11	24–30
Просо	5–20	12–34	6–9	10–22
	21–30	36–54	9–12	23–28
Кукурудза на зерно	10–35	30–60	6–12	15–34
Горох	5–20	11–30	4–6	10–20
	22–30	31–40	6,5–8	21–24
Гречка	5–15	13–30	5,5–8	11–22
	16–30	31–50	8,1–11	23–30
Соняшник	8–30	20–60	7–15	15–38
Картопля	50–200	8–27	3–9	8–20
	201–350	28–44	10–13	21–28
Буряк цукровий	100–200	12–26	1,5–3	10–17
	201–400	30–50	3–3,5	18–30
Овочі	50–200	6,5–24	2,5–5	8–16
	250–400	30–48	5,1–6	17–22
Кормові коренеплоди	50–200	4,5–17	1,5–3	8–15
	200–400	18–40	3–3,5	16–26
Льон	3–10	30–65	–	13–22
Коноплі	3–10	45–80	–	15–30
Силосні (без кукурудзи)	100–200	–	8–12	16–26
Кукурудза на силос	100–200	–	6,2–8,8	21–33
	201–350	–	9–12	33–45
Однорічні трави (вика, горох+овес)	10–40	–	7–11	15–35
Багаторічні трави	10–40	–	8–14	18–42
	30–60	–	13–16	45–75

⁸⁸¹Іванюк Г. Біопродуктивність ґрунтів = Bioproductivity of soils : навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.]. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. 350 с.

Швидкість мікробного процесу залежать від кліматичних умов, типу ґрунту, наявності в ньому сприятливих умов для мікроорганізмів і їх чисельності, температури ґрунту та його аерації, видового складу й активності, окультурення, фізичних, хімічних і біологічних властивостей, виду й складу соломи та способів її використання на добрива. Через 3 місяці після загортання соломи в ґрунт наполовину розкладаються під впливом мікроорганізмів водорозчинні органічні речовини. Пізніше це відбувається і з целюлозою та іншими органічними компонентами, котрі розчиняються у спиртах та ефірах. Найповільніше розкладається лігнін.

В процесі розкладання відмерлих решток рослин, тварин і мікроорганізмів ґрунт збагачується речовинами індивідуальної природи. Вони становлять 10–15 % загальної маси органічних речовин ґрунту.

Найпоширенішими в ґрунтах є наступні:

Азотисті сполуки – білки і амінокислоти. У процесі розкладання білків утворюються амінокислоти. Найчастіше в ґрунтах містяться аланін, гліцин, серин, цистеїн, треонін, валін, метіонін та ін.

Вуглеводи – велика група органічних сполук, які є джерелом енергії для мікроорганізмів і багатьох видів безхребетних тварин. У ґрунтах містяться моносахариди, олігосахариди і полісахариди (крохмаль, целюлоза та ін.).

Ліпіди – велика група органічних сполук, до якої входять жирні олії, фосфоліпіди, віск, кутин, суберин та ін.

Ароматичні сполуки. В ґрунтах виявлені ароматичні кислоти (протокатехова, ванілінова, бузкова та ін.), кумарини, флавоноїди, таніни (дубильні речовини), лігнін та ін.

Швидкість і спрямованість гуміфікації залежать від багатьох факторів. Основними серед них є кількість і хімічний склад рослинних решток, водний і повітряний режими, склад ґрунтових мікроорганізмів, реакція ґрунтового розчину, механічний склад ґрунту тощо. Певне співвідношення даних факторів і їх взаємодія зумовлюють певний тип гуміфікації органічних решток: фульватний, гуматно-фульватний, фульватно-гуматний і гуматний

При цьому гумус, що формується у процесі розкладу рослинних решток сидератів – це гетерогенна полідисперсна система високомолекулярних азотистих ароматичних сполук кислотної природи. За забарвленням і відношенням до розчинників гумусні речовини поділяють на три групи сполук: гумінові кислоти, фульвокислоти, гуміни.

Гумінові кислоти (ГК) темно-коричневого або чорного забарвлення, розчинні в слабких лугах і слабкорозчинні у воді. Залежно від вмісту вуглецю ГК поділяють на дві групи: сірі або чорні і бурі. Елементарний склад молекул гумінових кислот непостійний.

Фульвокислоти (ФК) світло-жовтого забарвлення, розчинні у воді і лугах, їх елементарний склад відрізняється від складу гумінових кислот. Вони містять менше вуглецю і більше кисню, ніж гумінові.

Гуміни тепер прийнято називати рештками, що не гідролізуються. Це сукупність гумінових і фульвокислот, які міцно зв'язані з мінеральною

частиною ґрунту. До їх складу входять також компоненти рослинних решток, що важко розкладаються мікроорганізмами: целюлоза, лігнін, вуглики. Гуміни не розчиняються в жодному розчиннику, тому їх називають інертним гумусом.

Першим процесом є ґрунтоутворення, в якому провідне значення має гуміфікація. За наслідками гуміфікації здійснюється геохімічний обіг гумусових речовин. Вони закріплюються у ґрунті, надходять до рослин та засвоюються ними і формують біомасу та врожай останніх. Завдяки процесам зовнішнього вологообміну гумусові речовини надходять у поверхневі води, проникають у глибокі шари ґрунту та у ґрунтові води і продовжують свій вплив в інших середовищах. За цими наслідками відтворюються нові цикли геохімічного обігу гумусових речовин.

Гуміфікація являє собою складний процес перетворення органічних решток рослин і тварин за поєднанням їх деструкції та синтезу під час біохімічних реакцій за умови утрудненого доступу кисню в темнозабарвлені високомолекулярні гумусові речовини. Він здійснюється мікроорганізмами ґрунту за сприятливих зовнішніх умов та факторів. До останніх належать: наявність багаторічної трав'яної рослинності; помірний гідротермічний режим; помірна інтенсивність мікробіологічної діяльності; наявність у ґрунті мінеральних компонентів (глинистих мінералів), здатних закріплювати гумусові речовини. Швидкість і спрямованість гуміфікації залежить від кількості та хімічного складу рослинних решток, водного і повітряного режиму ґрунтів, складу ґрунтових мікроорганізмів, реакції ґрунтового розчину, механічного складу ґрунту та ін. Згідно з загальними уявленнями утворення ГР ґрунтів відбувається в декілька етапів: спочатку здійснюється формування гумусових кислот, а далі проходить зростання ступеня ароматизації внаслідок часткової деструкції аліфатичних ланцюгів, що пов'язано з процесами окиснення. На формування гумусових речовин витрачається 70-80% органічних решток. Таким чином, формування ГР здійснюється внаслідок дії сукупності біохімічних, біофізичних та фізичних процесів гумусоутворення. До них належать: розкладання решток органічних речовин, їх мінералізація, фізичне, хімічне та біологічне вивітрювання гірських порід, взаємодія ґрунтової флори і фауни з мінеральною частиною ґрунту, мікробний синтез продуктів згаданих процесів та інші⁸⁸².

Термічний режим процесів гумусоутворення обмежується екологічними екстремумами та оптимумами. У поєднанні з часовими характеристиками вони мають чітко позначити початок, тривалість, закінчення та закономірності будь-якого зі згаданих процесів, а також термічні потреби на їх здійснення, місце чи розміщення за ознаками сезонного та річного ходу. Разом з тим, зазначені термічні ознаки гумусоутворення можуть допомогти розв'язати питання обсягів, шляхів, протяжності та швидкості пересування гумусових речовин. Режим зволоження ґрунту є провідною ознакою масообміну хімічних речовин у ґрунтовому розчині, що формує обсяги та інтенсивність розчинення речовин,

⁸⁸² Гамкало З.Г. Екологічна якість ґрунту: навч. посібн. Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. 412 с.

засвоєння їх рослинами, закріплення у ґрунті, змивання, вимивання тощо. За цими властивостями має бути визначена відносна роль водного режиму ґрунту у формуванні та міграції гумусових речовин. Склад атмосферного та ґрунтового повітря і співвідношення між парціальним тиском вміщених у них газів визначають, головним чином, спрямованість і інтенсивність утворення біомаси. Але ці ознаки є домінуючими у формуванні аеробного чи анаеробного типів гуміфікації та інших процесів, від яких залежать наслідки взаємодії мікрофлори та рослинних решток ґрунту⁸⁸³.

Таким чином, гуміфікація – це складний процес, який складається з біохімічних і фізико-хімічних реакцій перетворення органічних решток на гумусові речовини. Характерною особливістю всієї системи гумусових речовин є її гетерогенність (неоднорідність), що зумовлює певне варіювання деяких властивостей. Склад і властивості гумусу. Гумусові речовини ґрунту – це складна система високомолекулярних сполук. Характерною особливістю цієї системи, є повільне і безперервне відновлення всіх її складових частин при відносній стабільності порівняно з вихідними органічними рештками. Швидкість розкладу їх та продукти цього перетворення залежать як від складу рослинних решток, які гуміфікуються, так і від зовнішніх умов. Тому різні ґрунти мають різний хімічний склад і містять неоднакову кількість гумусових речовин.

Показано⁸⁸⁴, що негуміфіковані органічні речовини, які утворюються при застосуванні сидератів, активізують окисно-відновні процеси в ґрунті протягом усього вегетаційного періоду. У порівнянні до контролю (без сидератів), ОВП ґрунту, з приореною навесні біомасою суріпиці озимої, збільшувався у фазі кущіння і виходу у трубку на 14–20 мВ, а перед збиранням врожаю зменшився на 9 мВ.

Приорювання сидератів (редьки олійної, мальви мелюки суріпиці ярої) восени, зменшувало активацію окисних процесів у ґрунті, порівняно до весняного внесення, а підвищення ОВП становило, у фазу кущіння ячменю, лише 9-13 мВ і виходу у трубку – 0–7 мВ; перед збиранням врожаю, завдяки посиленню відновних процесів, ОВП зменшується на 24-40 мВ.

Різний вплив способу застосування сидератів на ОВП ґрунту пояснюється тим, що органічна маса, внесена в ґрунт восени, має довший термін розкладання. Для об'єктивної оцінки наведених змін ОВ-стану ґрунту при застосуванні сидератів необхідно було б вивчити зміни активної кислотності ґрунту та структурно-функціональний стан ґрунтового мікрофлори.

Результати наших досліджень (неопубліковані дані) показали, що застосування редьки олійної, як сидерату, супроводжувалося підкисленням орної верстви ґрунту, інгібуванням активності мікробіоти, особливо целлюлозорозкладаючих мікрорганізмів, сповільненням процесів нітрифікації

⁸⁸³ Гамкало З.Г. Екологічна якість ґрунту: навч. посібн. Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. 412 с.

⁸⁸⁴ Гамкало З.Г. Екологічна якість ґрунту: навч. посібн. Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. 412 с.

тощо. За цих умов, основним чинником посилення окисних процесів у ґрунті при застосуванні сидеральних добрив, є низька біологічна активність ґрунту. Послаблення бактерицидної дії зеленої маси сидератів у процесі їх розкладу, активізує мікробіологічні процеси, що призводить до більш інтенсивного використання кисню і, відповідно, зменшення величини ОВП. Вплив органічної речовини на біологічну активність та ОВ-режим ґрунту, зокрема посилення відновних процесів, є доказаним фактом.

Разом з тим відмічається⁸⁸⁵, що за розвитку мікроорганізмів у ґрунті набуває особливого значення їхня ферментативна активність. Синтез і розкладання органічних речовин, мобілізація елементів живлення рослин відбувається внаслідок найскладніших реакцій, зумовлених присутністю в ґрунті великої різноманітності ферментів, дія яких є одним із показників біологічної активності та родючості ґрунтів. Ферменти – біологічні каталізатори білкової природи, які відіграють важливу роль в обміні речовин, регулюючи біологічні процеси. Вони синтезуються мікробіотою, рослинами й надходять у ґрунт з їх виділеннями, після відмирання й лізису мікробних клітин та рослинних решток. Кількість присутніх у ґрунті ферментів залежить від біомаси та метаболічної активності біоти.

Целюлоза, яка може складати третину рослинної тканини, є одним із поновлюваних джерел вуглецю. Ферментативний гідроліз целюлози здійснюється целюлазами й має низку переваг перед хімічним гідролізом. Його ефективність здебільшого зумовлюється активністю компонентів целюлазного комплексу. Щодо хімізму дії ферменту целюлази, то вона каталізує гідроліз 1,4-рглікозидних зв'язків в целюлозі. Молекула целюлози складається із залишків целобіози, пов'язаних між собою глікозидними зв'язками у вигляді довгого ланцюга. За ферментативного гідролізу целюлоза спочатку розпадається на молекули целобіози, яка за дії β -глюкозидази (целобіази) розпадається на дві молекули глюкози.

Для оцінки процесу трансформації органічної речовини в ґрунті використовують біохімічний коефіцієнт накопичення гумусу за Муромцевим⁸⁸⁶. Біохімічний коефіцієнт – це співвідношення поліфенолоксидазної й пероксидазної активності ґрунту, яке свідчить про темпи біохімічного утворення та накопичення гумусу в ґрунті. Вважається, що з підвищенням зазначеного коефіцієнта підсилюється інтенсивність розкладу органічної речовини та підвищується синтез гумінових і фульвокислот ґрунту.

Відмічається⁸⁸⁷, що в залежності від співвідношення застосування органічних і мінеральних добрив по різному відбуваються процеси

⁸⁸⁵ Русакова И. В. Теоретические основы и методы управления плодородием почв при использовании растительных остатков в земледелии. Владимир : ФГБНУ ВНИИОУ, 2016. 131 с.

⁸⁸⁶ Титова В. И., Козлов А. В. Методы оценки функционирования микробсообщества почвы, участвующего в трансформации органического вещества: Научно-методическое пособие. Нижний Новгород : Нижегородская с.-х. академия, 2012. 64 с.

⁸⁸⁷ Долженчук В.І., Яценко О.В., Крупко Г.Д., Глущенко М.К., Запасний В.С. Біологізація землеробства, завдання та перспективи. URL: <http://www.iogu.gov.ua/wp-323>

мінералізації і гуміфікації органічних решток, що суттєво впливає на агрофізичні та інші властивості ґрунту. Тому від рівня біологізації та коефіцієнту біологізації, залежить і рівень врожайності сільськогосподарських культур. Виходячи з обсягів потреби в органічних добривах та розвитку тваринництва, планується пріорювання соломи, стерні, посівів багаторічних трав та збільшення посівів сидератів. Крім того, для виготовлення компостів необхідно планувати: добування торфу, сапропелю, використання бактеріальних препаратів та регуляторів росту рослин.

Виходячи з багаторічних спостережень⁸⁸⁸, вважається, що сидерати краще заорювати в ґрунт пізно восени, коли мікробіологічні процеси в ньому майже припиняються. Як правило, до кінця жовтня запаси ґрунтової вологи (навіть в Лісостепу) повністю відновлюються в межах 180 мм і сидеральна маса потрапляє у вологе середовище з пониженою температурою, яка продовжує знижуватися. За таких умов сидеральна маса розкладається дуже повільно, отже поживні речовини не вимиваються у нижні шари ґрунту і їх втрати від вимивання, як і втрати газоподібного азоту – мінімальні. Навесні за підвищення температури ґрунту починається розклад рослин-сидератів, виділення значної кількості вуглекислого газу, що сприяє ґрунтовому і повітряному живленню рослин.

Важливим джерелом поповнення у ґрунті органічної речовини є солома⁸⁸⁹. При умові розкладу соломи до ґрунту надходить не тільки певна кількість необхідних рослинам мінеральних сполук, але й багато вуглекислого газу (до 25% від загальної маси соломи). Сполучаючись із водою, він утворює вугільну кислоту, яка сприяє переводу у розчинну форму певної кількості поживних елементів ґрунту. Солома, відтак, поліпшує повітряний і поживний режими живлення рослин. При розкладанні внесеної у ґрунт соломи переважають два основних процеси трансформації органічної речовини: до кінцевих продуктів – вуглекислоти, води і мінеральних елементів (мінералізація) і до утворення стабільних гумусових речовин (гуміфікація).

Коефіцієнти гуміфікації соломи у 1,5-2, а іноді і в декілька разів більший, ніж у зеленоукісних решток. Але солома злакових культур містить лише 0,5% бб азоту, у той час як мікроорганізмам для її розкладу необхідно 1,5-2,0 % азоту у загальній масі рослинних решток, тому вони вимушені вбирати його з ґрунту, що несприятливо впливає на живлення більшості наступних культур. Цього можна запобігти, вносячи при пріорюванні 1 тонни соломи 7–10 кг поживних

content/uploads/2013/05/%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf

⁸⁸⁸ Долженчук В.І., Яценко О.В., Крупко Г.Д., Глущенко М.К., Запасний В.С. Біологізація землеробства, завдання та перспективи. URL: <http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/05/%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf>

⁸⁸⁹ Долженчук В.І., Яценко О.В., Крупко Г.Д., Глущенко М.К., Запасний В.С. Біологізація землеробства, завдання та перспективи. URL: <http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/05/%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf>

речовин азоту або 6-10 тонн рідкого гною чи гноївки. При внесенні на 1 га до 4 тонн соломи у ґрунт надходить органічної речовини 3,5 тонни, азоту – 14–22 кг, фосфору – 3–7, калію – 22–25, кальцію – 9–37 та магнію – 2–7 кг. Ґрунт поповнюється також мікроелементами: сірка, бор, мідь, марганець, молібден, цинк та 42% целюлози і 25% лігніну. Такий вміст у соломі лігніну обумовлює подовжений термін її розкладання, протягом якого вона позитивно впливає на агрофізичні властивості, мікробіологічну діяльність та поживний режим ґрунту. Крім того, солома містить 35-40 % вуглецю, який є матеріалом для утворення гумусу та вуглекислого газу, що поліпшує живлення рослин. При розкладанні кореневих та післяжнивних решток зернових культур, у зв'язку з відносно низьким вмістом у їхньому складі азоту, процеси мінералізації переважають над процесами гуміфікації, оскільки безазотисті гумусові сполуки нестійкі і досить швидко мінералізуються⁸⁹⁰.

Внесення соломи як добрива збагачує ґрунт на гумус, позитивно впливає на фізичні властивості ґрунту, зокрема структуру та водний режим. Ґрунти краще протистоять водній та вітровій ерозії. За розкладу 1 кг соломи в ґрунті вже через 3 місяці утворюється близько 50 г гумусу, а через 2 роки новоутворення закінчується, досягаючи максимального значення близько 90-100 г. Новоутворені гумусові речовини належать до складу так званого «поживного гумусу» – через 4 роки відзначається їх зменшення до 70 г. Через те, що мікроорганізми, які розкладають органічні сполуки, належать до аеробної групи, процес перегнивання соломи буде йти більш стабільно за достатньої аерації ґрунту. Активність мікроорганізмів підвищується, якщо замість мінеральних азотних добрив додати до соломи рідкий гній (6-10 т/га). Подрібнена солома більш вологоємка та гігроскопічна в порівнянні з цілою, адже вона рівномірніше розподіляється в орному шарі ґрунту і стає краще доступною для мікрофлори⁸⁹¹.

Важливо пам'ятати⁸⁹², що внесення до ґрунту соломи, багатой на вуглець та бідної на азот, призводить до закріплення легкодоступного азоту в ґрунті із-за посилення мікробіологічної діяльності та до зменшення врожайності наступної культури. Для пришвидшення розкладання й усунення депресії врожайності першої (наступної) культури в ґрунт треба додатково вносити амонійний азот, який краще засвоюється мікроорганізмами, що розкладають солону.

⁸⁹⁰ Долженчук В.І., Яценко О.В., Крупко Г.Д., Глущенко М.К., Запасний В.С. Біологізація землеробства, завдання та перспективи. URL: <http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/05/%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf>.

⁸⁹¹ Долженчук В.І., Яценко О.В., Крупко Г.Д., Глущенко М.К., Запасний В.С. Біологізація землеробства, завдання та перспективи. URL: <http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/05/%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf>.

⁸⁹² Долженчук В.І., Яценко О.В., Крупко Г.Д., Глущенко М.К., Запасний В.С. Біологізація землеробства, завдання та перспективи. URL: <http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/05/%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf>.

Установлено, що для розкладання 1 тонни соломи достатньо 7–10 кг амонійного азоту. На думку багатьох дослідників⁸⁹³, сумісне використання соломи з іншими видами органічних добрив (рідким гноем, торфом, сидератами) має важливе значення стосовно поліпшення родючості ґрунту та збільшення врожайності сільськогосподарських культур. Багата маса проміжних рослин на сидерат при використанні разом із соломою компенсує нестачу в ній азоту, роблячи поєднання цих видів органічних добрив доволі високоефективними.

Таким чином, раціонально здійснена організація території, що враховує повною мірою вимоги охорони навколишнього середовища, є істотним чинником збільшення ефективності природокористування.

Бобові культури, зокрема, виконують функції фабрики азоту різної продуктивності (табл. 2.58).

Таблиця 2.58

Вплив на ґрунт однорічних бобових рослин, багаторічних бобових трав та їх сумішок із травами й однорічними бобовими рослинами (Й.Тибурський, 2009, І. Шувар, 2013)⁸⁹⁴

Показник	Однорічні бобові рослини	Багаторічні бобові рослини та їх сумішки з травами
Кількість азоту, яка залишається у ґрунті на 1 та після збирання врожаю	Люпин, горох – 50–60 кг; кормові (кінські) боби – 100 кг	Конюшина червона – 120–150 кг; люцерна – 150–200 кг
Затінення ґрунту	Слабке (широке міжряддя)	Дуже добре
Вплив на структуру ґрунту	Слабкий розвиток коренів – щільний ґрунт	Дуже добрий – надає ґрунтові грудочкуватої структури
Захист ґрунту від ерозії	Не тривалий період, не щільне укриття ґрунту рослинами	Довготривале щільне укриття ґрунту рослинами
Біологічна активність ґрунту	Середня (слабка)	Висока
Вимивання поживних речовин (ут. ч. N, C, Ca)	Тривале	Мінімальне
Вплив на ступінь засмічення бур'янами	До кінця вегетації; засмічення збільшується (у т. ч. лобода)	Однорічні бур'яни, зібрані після першого укусу. Обмеження умов росту бур'янів

Вплив може бути і негативним (на підставі узагальнень І. Шувара⁸⁹⁵)

⁸⁹³ Шувар І. Ми говоримо сидерація - розуміємо органічне землеробство. Зерно і хліб. 2014. № 1. С. 33-37.

⁸⁹⁴ Шувар І. Зберегти найцінніше. Агробізне сьогодні. 203. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/378-zberehty-naitsinnishe.html>.

У разі помилок щодо вибору культур чи їх використання зелені добрива можуть проявляти і негативний вплив. Збільшення рівня засмічення ґрунту насінням бур'янів може бути наслідком пізнього скошування висіяних рослин. Також якщо запізнитися зі скошуванням сидератів, що мають потужну кореневу систему, вони розростуться так, що обробляти ґрунт стане складно (кукурудза, соняшник). Збільшення рівня захворювання рослин – наслідок недотримання правил чергування сільськогосподарських культур.

Різні види зелених добрив неоднакові за своїми вимогами до умов зростання. Одні стійкі до перезволоження, інші – до посухи. Одні вимагають високої родючості ґрунту, інші – добре ростуть і на бідних ґрунтах.

У виборі культури на зелені добрива необхідно також знати, як швидко вона росте і яка продуктивність нагромадження зеленої маси, якими поживними елементами вона збагачує ґрунт. Треба враховувати, до якої ботанічної родини належить кожна культура, щоб налагодити правильне чергування культур. Рослини, що належать до однієї родини, уражаються одними і тими ж шкідниками та хворобами. Тому не можна розміщувати поспіль культуру на зеленому добриві й основну культуру, які належать до однієї і тієї ж родини. Наприклад, не можна сіяти на зелене добриво гірчицю, ріпак, редьку олійну, що належать до родини капустяних, перед вирощуванням усіх видів капусти, редиски, редьки.

Культури з родини капустяних на сидерат не використовують як попередник капусти! Люпин краще не сіяти після бобових культур і перед ними! У сівозміні не доцільно висівати горох після гороху.

Заробляють сидерати навесні чи під висів озимих культур за 10–14 днів до сівби основної культури, тому аграріям потрібно вчасно скошувати чи пригнічувати гербіцидом ці рослини, й робити це бажано, коли вони знаходяться перед фазою початку активного цвітіння, тобто до початку процесу «бутонізації».

Зрештою, очевидна корисність сидеральних культур може вступити в різкий дисонанс із врожайністю тоді, коли запаси вологи в ґрунті є низькими. Як і будь-які рослини, сидерати також потребують води, тому необдуманий висів може спричинити буквально катастрофічний її дефіцит. У цьому плані бажано дуже чітко розрахувати сівозміну та брати до уваги ґрунтово-кліматичні умови.

Пробахи в сидерації⁸⁹⁶

Знаючи вузькі місця сидерації, їх легко можна усунути:

1. Серед причин, що загальмують її поширення, – переконання у наданні пріоритету кормовій базі для худоби перед сидерацією: одне іншому не завадить – можливі компроміси.

⁸⁹⁵ Шувар І. Сидерати знову "в моді". Агробізнес сьогодні 2014. URL: <http://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/389-syderaty-znovu-v-modi.html>.

⁸⁹⁶ Дегодюк Е. Сидерація — це культура землеробства. he Ukrainian Farmer. 2017. URL: <https://agrotimes.ua/article/sideraciya-ce-kultura-zemlerobstva/>.

2. Розтягування строків між збиранням урожаю основної культури, підготуванням ґрунту й висівом сидеральної культури. Успіх – в оперативності: зібрав – негайно обробив ґрунт – посіяв сидерат.

3. Невдалий вибір форми та строків проведення сидерації. Пам'ятаймо: успіх залежить від вибору правильної форми. Немає ґрунтово–кліматичної зони, де б та чи інша форма сидерації не була б ефективною.

4. Занадто ранні строки заорювання зеленої маси у ґрунт, що можуть спричинити непродуктивні втрати не лише азоту, а й мінералізацію гумусу. Вихід із цієї ситуації: заорювати масу пізно восени, залишати до весни у вигляді куліс для снігозатримання.

5. Вузьке співвідношення C:N у зеленій масі сидератів активізує процеси мінералізації органічної речовини, включаючи й гумус. Вихід: заорювання зеленої маси разом із побічною продукцією рослинництва, або дати їй можливість перезріти до соломистого стану до весни.

6. Слабкий стартовий розвиток рослин на виснажених землях на початкових стадіях сидерації, особливо небобових культур. Не біда! Внесіть перед сівбою 45–70 кг/га діючої речовини азотних добрив, і він повернеться разом із вегетативною масою.

Сидерація може бути примхливою нареченою до видання, а згодом, освоївшись, стане надійним другом у стабілізації врожайності.

Яку погоду любить сидерація⁸⁹⁷

Переважна форма сидерації – проміжні посіви. Звертаємо увагу, що для них найважливішого значення набуває насамперед сума активних температур (вищих за 15 °С); найсприятливіша – 800–1000 °С (30–40% агрокліматичного ресурсу всього теплого часу року), що вміщається у 60–80 днів вегетаційного періоду. Для формування врожайності 20–25 т/га (3–4 т/га сухої речовини) потрібно 120 мм атмосферних опадів. Висновок: за температурним режимом усі ґрунтово–кліматичні зони відповідають оптимальним вимогам, а за кількістю опадів є зони достатнього, ризикованого і недостатнього зволоження. Проте немає зони, де сидерація недоцільна або ризикована. Все залежить від форми сидерації, яку вибирає землероб залежно від місця свого проживання. Знання тонкощів цієї справи зменшує ризик невдачі. Ось чому сидерація – це культура землеробства, де знання визначає успіх.

Підбір сидеральних культур для умов України⁸⁹⁸

У світовій практиці на сидерацію вирощують понад 60 різновидів бобових, хрестоцвітих, злакових й інших культур. Застосовуючи культуру сидерації, ми наближаємо умови агроценозу до функціонування природних біоценозів, які не знають проміжної стадії голого поля без рослинності. Вибір сидерату залежить від умов зволоження, реакції ґрунтового розчину, вмісту гумусу та рівня забезпечення мінерального живлення рослин.

⁸⁹⁷ Дегодюк Е. Сидерація — це культура землеробства. he Ukrainian Farmer. 2017. URL: <https://agrotimes.ua/article/sideraciya-ce-kultura-zemlerobstva/>.

⁸⁹⁸ Дегодюк Е. Сидерація — це культура землеробства. he Ukrainian Farmer. 2017. URL: <https://agrotimes.ua/article/sideraciya-ce-kultura-zemlerobstva/>.

На бідних ґрунтах із підвищеною кислотністю краще ростуть жито озиме, овес, пшениця, з бобових – люпин, пелюшка, конюшина. На родючих землях – бобові культури – вика яра, серадела, фацелія, багаторічні трави – конюшина, люцерна, еспарцет, буркун та злакові кормові трави.

Для післяжнивної сівби на сидерацію придатні лише ті культури, які є скоростиглими і не чутливими до низьких температур повітря і ґрунту. Найнадійнішими для цих умов є родина хрестоцвітих культур – суріпиця яра і озима, редька олійна, гірчиця біла, ріпак озимий і ярий.

Для господарств з розвиненим тваринництвом доцільні складнозмішані 4–компонентні посіви, наприклад, з кукурудзи, соняшнику, гречки, гороху (вики) та в інших композиціях, які забезпечують високу урожайність зеленої маси. Основна її частина іде на корм худобі, а пожнивні рештки на високому зрізі й коренева система – на добриво.

За відсутності тваринництва навіть заорювання у ґрунт пізно восени всієї маси окупується додатковим урожаєм наступних культур. Адже у цьому разі землероб компенсує відсутність гною на своїх полях (вирощування люпину багаторічного еквівалентне 30 т/га гною за сухою масою, за вмістом азоту і калію – до 60 кг/га, а магнію – 100 кг/га; отава пажитниці – 44 кг/га за сухою речовиною, азоту – 66 кг/га, кальцію – 25 кг/га і магнію – 69 кг/га). І все це без урахування екологічного ефекту – збережених біогенних елементів, міграції яких до геологічного кругообігу запобігла культура сидерації.

Середня продуктивність у 4–компонентних сумішках сягає 40 т/га, середня урожайність люпину багаторічного становить 25 т/га, редьки олійної – 23 т/га, пелюшки з вівсом – до 30 т/га, гірчиці, ріпаку, суріпиці – до 13 т/га.

За високої культури землеробства і достатньої кількості опадів та на зрошенні середню урожайність зеленої маси сидератів можна підвищити у 1,5–2 рази.

В Україні поширені чотири основні форми сидерації: (1) основна (самостійна); (2) підсівна під вегетуючі злакові культури (люпин багаторічний, осінній або зимовий підсів); (3) проміжна сидерація (поукісна й пожнивна); (4) кулісна сидерація.

Підкреслюється⁸⁹⁹, що зелене добриво не тільки впливає на врожай, а й сприяє збереженню та покращенню родючості ґрунту, оскільки заорювання його підвищує вміст гумусу в ґрунті, збільшує доступність для рослин фосфатів і зменшує газоподібні втрати з ґрунту азоту. Внесення зелених добрив є одним із ефективних і доступних способів підвищення родючості ґрунтів, насамперед бідних дерново–підзолистих ґрунтів легкого гранулометричного складу. Доповнення побічної продукції зеленими добривами в зонах достатнього зволоження або на зрошуваних землях є також невід’ємною складовою поповнення ґрунту органічною речовиною. Заорані сидерати не тільки збагачують ґрунт поживними макро– і мікроелементами після перегнивання та

⁸⁹⁹ Глуценко М. К., Крупко Г. Д. Особливості застосування сидерації та роль зелених добрив у підвищенні родючості ґрунтів. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування/ 2016. (3(75)). С. 173-178.

мінералізації, а також розпушують важкі ґрунти, покращують структуру, пригнічують і забивають бур'яни, які збіднюють ґрунт елементами живлення і дефіцитною вологою. Вважається, що сидерати краще заорювати в ґрунт пізно восени, коли мікробіологічні процеси в ньому майже припиняються. Ефективність зеленого добрива зазвичай оцінюється лише приростом урожаю першої удобрювальної культури, під яку безпосередньо використовували сидерацію, а також витратами на його вирощування. Навіть за такого підходу сидерати є економічно найвигіднішим добривом. Від одиниці їх дії прибуток у три рази вищий, ніж від підстилкового гною⁹⁰⁰.

Краще на зелене добриво висівати бобові культури, які за рахунок фіксації ними азоту із повітря, забезпечують ґрунт цим елементом. Залежно від біологічних особливостей бобових рослин, фаз їхнього розвитку, властивостей ґрунту, мінерального живлення, умов вирощування й інших факторів розміри симбіотичної фіксації бувають різними. Наприклад, люцерна фіксує з повітря 200–500 кг/га азоту, конюшина 150–300 кг/га, багаторічний люпин 250–400, однорічний люпин 150–200 кг/га, буркун білий 200–300 кг/га, однорічні бобові (горох, вика, сераделла, соя) до 150 кг/га. Найбільш ефективно внесення сидеральних добрив, за результатами досліджень українських вчених, спостерігається при вирощуванні картоплі, кормових і цукрових буряків, кукурудзи, озимих зернових, овочевих і плодоягідних культур. Завдяки сильно розвинутій кореневій системі сидерати підвищують родючість не тільки верхнього орного шару, а й більш глибоких підорних горизонтів ґрунту і підґрунтя: покращується азотний режим, збільшується вміст доступних для рослин фосфору і калію, відбуваються позитивні зміни фізико-хімічного стану ґрунту, в той час як удобрювальна дія гною обмежується верхнім орним шаром ґрунту^{901 902}.

Важливість сидератів (зелених добрив) як засобу підвищення родючості та покращення санітарного стану ґрунтів визнано давно, проте регулярно застосовувати їх як проміжну покривну культуру досі пропонували, в основному, стосовно органічного землеробства для запобігання мінералізації органічних сполук та вимивання поживних речовин з ґрунту. Проте при застосуванні комплексу агротехнічних заходів, вирощування сидератів як покривної культури на волого забезпечених ґрунтах стає рентабельним навіть у найближчій перспективі, особливо в сівозмінах з високим вмістом озимих, враховуючи виключення хімічної та агротехнічної обробки полів проти бур'янів на сидеральних парах та значне зменшення її на основних культурах. У біологічному землеробстві широко застосовують сидерати як покривну культуру, де безперечними перевагами цього є запобігання забур'яненості та

⁹⁰⁰ Герт П. А. Сидерати – це врожай / П. А. Герт, П. А. Вітвицький. Житомир : ЦНТЕІ, 2005. 26 с.

⁹⁰¹ Застосування різних видів добрив та хімічних меліорантів у господарствах Херсонської області / Рибалко Б. В. та ін. Охорона родючості ґрунтів. 2007. Вип. 3. 178. 260 с.

⁹⁰² Глущенко М. К., Крупко Г. Д. Особливості застосування сидерації та роль зелених добрив у підвищенні родючості ґрунтів. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування/ 2016. (3(75)). С. 173-178.

ерозії, покращення структури ґрунту, підвищення вмісту гумусу тощо. Менш очевидним, але не менш важливим є зменшення вимивання поживних речовин, активізація мікробіологічної діяльності, покращення аерації та вологоутримуючої здатності ґрунтів, переведення поживних речовин у доступну форму та запобігання пересушуванню ґрунту в проміжках між основними культурами. Багато сидеральних культур (люпин, буркун, гречка, сераделла, фацелія, хрестоцвіті) добре засвоюють з ґрунту і переводять у розчинну форму мікроелементи і фосфор. На вологозабезпечених ґрунтах сидеральний пар при збереженні переваг чорного пару (активна мікробіологічна діяльність, волого збереження) ефективніший як в екологічному сенсі (значне зменшення ерозії та забур'яненості), так із точки зору родючості ґрунтів (підвищення гумусованості та вмісту доступних поживних речовин, покращення структури ґрунту). Зелене добриво не тільки впливає на врожай, а й сприяє збереженню та покращенню родючості ґрунту, оскільки заорювання його підвищує вміст гумусу в ґрунті, збільшує доступність для рослин фосфатів і зменшує газоподібні втрати з ґрунту азоту⁹⁰³.

Приорювання в ґрунт зеленого добрива на 1 гектарі рівноцінна внесенню 25–30 т/га гною. Бобові є кращими сидеральними культурами. Ці культури завдяки симбіотичній азотфіксації, залучають до біологічного кругообігу від 100 до 300 кг/га азоту повітря, з яких 75–200 кг є чистим прибутком для ґрунту, що дає змогу на 20–40% компенсувати витрати азоту і тим самим істотно зменшити рівень застосування мінерального азоту добрив. Чим вищі показники потенційної родючості ґрунту, тим ефективніше розкладання зеленої маси сидератів. Проте, на час їх посіву після стерньових попередників у ґрунті залишається незначна кількість доступних форм азоту та інших біогенних елементів⁹⁰⁴.

Тому, зважаючи на короткий період вегетації, рекомендовано до посіву капустяних культур вносити 45–70 кг/га діючої речовини азотних добрив. За відсутності повного мінерального удобрення, доцільно при заорюванні сидерату вносити невисокі дози фосфорних добрив, наприклад, у рядки при його посіві. Під картоплю ефективніше перенесення основного удобрення під післяжнивний сидерат як для нарощування зеленої маси, так і для живлення основної культури. Слід мати на увазі, що без удобрення, насамперед азотного, формується урожайність у межах 8–12 ц/га зеленої маси, що з огляду на витрати є економічно недоцільним. Одержати урожай зеленої маси 20 т/га і більше можна за дотримання зазначених вимог. Одним із перспективних напрямів застосування зелених добрив є використання земель, що підлягають інтенсивному удобренню безпідстилковим гноєм та продуктами його

⁹⁰³ Глущенко М. К., Крупко Г. Д. Особливості застосування сидерації та роль зелених добрив у підвищенні родючості ґрунтів. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування/ 2016. (3(75)). С. 173-178.

⁹⁰⁴ Глущенко М. К., Крупко Г. Д. Особливості застосування сидерації та роль зелених добрив у підвищенні родючості ґрунтів. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування/ 2016. (3(75)). С. 173-178.

механічної і біологічної переробки в зонах діяльності тваринницьких комплексів. За останні роки значно підвищилась врожайність сільськогосподарських культур і відповідно збільшилось внесення добрив. Впровадження у виробництво інтенсивних технологій вирощування зернових та технічних культур, для яких характерне використання підвищених доз органічних і мінеральних добрив вкотре підтверджує вишукувати засоби для підвищення родючості ґрунтів, де одним з ефективних засобів підвищення родючості ґрунту є зелені добрива. Зелене добриво – це найдешевший і найефективніший спосіб комплексного відродження землі, а його внесення називається сидерацією. Більш раціонально вирощувати сидерати як проміжні культури, коли з весни до збирання вирощується основна культура (озимі, ранні та ярі зернові, рання картопля, капуста та інші), а після збирання основної культури сіються сидерати. В структурі посівних площ сидерати повинні займати не менше 20%⁹⁰⁵.

Основні сільськогосподарські культури вегетаційний період використовують не повністю, і для повторних посівів залишається достатня кількість тепла, світла та опадів. Для того, щоб забезпечити нормальні сходи повторних культур, необхідно мати запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту не менше 20 мм, а за багаторічними даними на 1 серпня її запаси становлять близько 25 мм. При дальшому рості сидеральні культури починають використовувати вологу з метрового шару ґрунту, запаси якої повинні бути не менше 70 мм, а фактично бувають до 100 мм. Для післязбиральних культур залишається ще понад 75 днів вегетаційного періоду, в той час, як гірчиця, олійна редька, ярий ріпак, вико–овес для формування врожаю зеленої маси використовують 40–60 днів вегетаційного періоду з сумою активних температур 600–800° С. Добрі результати дає посів озимого ріпаку з житом. Відразу після сходів рослини сидератів починають працювати на родючість ґрунту. Давно відомо, що рослина за рахунок фотосинтезу створює біля 95% сухої речовини, один квадратний дециметр поверхні листя за годину засвоює з повітря до 7 мг вуглекислого газу⁹⁰⁶.

Сидерати ефективно борються з таким загрозливим явищем, як водна та вітрова ерозія. Своєю вегетативною масою сидерати гасять руйнівну для ґрунту динамічну енергію дощових крапель, зберігаючи цим структуру ґрунту, захищають поверхню ґрунту від видування вітрами. Своєю масою сидерати затримують орний шар, що змивається потоками талих і дощових вод, сприяючи цим поглинанню вологи ґрунтом. Озимі сидерати (озимий ріпак, жито) та багаторічні бобові трави відіграють значну роль в снігозатриманні. Сидерати помітно покращують агрохімічні і біологічні показники ґрунту, вони

⁹⁰⁵ Глущенко М. К., Крупко Г. Д. Особливості застосування сидерації та роль зелених добрив у підвищенні родючості ґрунтів. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування/ 2016. (3(75)). С. 173-178.

⁹⁰⁶ Балюк С. А. Раціональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів: організаційно-економічні, екологічні й нормативно-правові аспекти / Балюк С. А., Кучер А. В. Харків, 2015. 432 с.

активізують його біологічну активність, підсилюють антагонізм до збудників хвороб, покращують ємність та ступінь поглинання. Ризосфера сидератів багата на мікрофлору, яка після відмирання перетворюється в поживні елементи⁹⁰⁷.

Бобові сидерати збагачують ґрунт азотом і не дають високомобільним сполукам, насамперед азоту, вимиватись в нижні горизонти, вживаючи їх, вони зберігають ці сполуки в орному шарі. Корені сидератів, проникаючи в нижні глибокі шари ґрунту, підіймають з них в орний шар вимиті раніше елементи живлення, в тому числі і кальцій, який розкислює ґрунт⁹⁰⁸.

Зелені добрива можуть використовувати важкорозчинні сполуки і перетворювати їх в легкодоступні форми. При посіві олійної редьки в квітні місяці, в липні урожай зеленої маси на легкосуглинистих ґрунтах становить 310 ц/га, вміст елементів живлення на 1 гектарі кілограмів: азоту – 38, фосфору – 61, калію – 94 кг/га. Сидератами можуть бути зернобобові суміші, люпин, горох, ріпак, гірчиця, редька, суріпка, жито, райграс та інші. При максимальному накопиченні вегетативної маси їх заорюють на глибину зяблевої оранки. Взагалі сидератом може бути будь-яка культура, яка має великий об'єм вегетативної маси і спроможність вегетації при осінньому похолоданні та короткому світловому дні⁹⁰⁹.

При використанні сидератів повністю на зелене добриво, всі 95% маси, одержаної від фотосинтезу, і 5% з коренів вносимо в ґрунт.

Стосовно ефективності протиерозійного ефекту у зв'язку із застосуванням сидерації то відмічається⁹¹⁰, що у системі протиерозійних заходів першочергове значення належить багаторічним, а також сидеральним рослинам, які гасять енергію рясних дощів, знижують і затримують потік дощової або снігової води. Коренева система сидеральних культур закріплює ґрунт і забезпечує вертикальний дренаж. По кореневих ходах вода легко проникає в глибші шари ґрунту. Сидеральні культури зменшують щільність ґрунту в орному шарі, завдяки чому його аерація значно поліпшується.

Отже, в боротьбі з ерозією ґрунту одним із найефективніших заходів є вирощування сидератів із наступним приорюванням. Наприклад, згідно з дослідженнями⁹¹¹, за осіннього висіву гороху пелюшки змивання ґрунтів зменшувалося з 58 до 10 м³/га. Крім того, у ґрунт надходило близько 13 т/га надземної маси та 2,35 т/га коренів (у повітряно-сухій масі).

⁹⁰⁷ Сидерація як захід підвищення родючості ґрунтів Харківщини. Охорона родючості ґрунтів. 2009. Вип. 5. 178 с.

⁹⁰⁸ Господаренко Г. М. Особливості вивчення та оцінки ефективності сидерального пару / Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Охорона ґрунтів та підвищення їх родючост. Київ, 2015. Спеціальний випуск. 133 с.

⁹⁰⁹ Господаренко Г. М. Особливості вивчення та оцінки ефективності сидерального пару / Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Охорона ґрунтів та підвищення їх родючост. Київ, 2015. Спеціальний випуск. 133 с.

⁹¹⁰ Попов С., Авраменко С., Циганко В., Магомедов Р. Зелений бонус для сівозміни. The Ukrainian Farmer. 2016. URL: <https://agrotimes.ua/article/zelenij-bonus-dlya-sivozmini/>

⁹¹¹ Попов С., Авраменко С., Циганко В., Магомедов Р. Зелений бонус для сівозміни. The Ukrainian Farmer. 2016. URL: <https://agrotimes.ua/article/zelenij-bonus-dlya-sivozmini/>

Ще у старозавітні часи питанню родючості ґрунту та вибору попередників відводили особливу роль. Так, за законом Мойсеєвим, кожен, хто обробляв землю, був зобов'язаний один раз на сім років давати полю відпочити, не обробляючи його та не вирощуючи на ньому жодної культури. Таким чином на території Палестини створювалися передумови для запровадження сидеральних парів, які надалі, зазнаючи певних видозмін, упроваджувалися по всій території Старого Світу. З наукових джерел відомо, що для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу потрібно щорічно вносити 8–10 т/га гною і 120 кг/га д. р. мінеральних добрив, а якщо в сівозміні немає поля з багаторічними травами, норму гною треба збільшувати ще на 2–3 т/га. Також слід ураховувати, що без унесення органічних добрив на чорноземах й інших видах ґрунтів знижується ефективність застосування мінеральних добрив. Ураховуючи зростання вартості останніх, над цією проблемою варто особливо замислитися.

Таким чином, в умовах гострого дефіциту органічних добрив, поглиблення вузької спеціалізації господарств, де вирощують 2–3 культури, ще актуальнішим є питання щодо використання сидеральних парів.

Природна мікрофлора ґрунту чорноземної зони України здатна мінералізувати до 40 кг/га азоту, на кожний кілограм азоту вона витрачає 100 кг органічних речовин ґрунту. Щоб поліпшити умови мінералізації та підвищити ефективність активного формування біомаси мікроорганізмів, необхідно внести азотні добрива. Співвідношення вуглецю й азоту для якісної мінералізації має бути близьким до 20:1, тоді як в соломистих рештках це співвідношення становить (50–100):1. Якщо парування поля відбувається без унесення органічних добрив, мікрофлора на свою життєдіяльність витрачає органічні речовини гумусу.

За відсутності гною використовують зелену масу культур на сидерат. У зоні недостатнього зволоження такий підхід вивчався в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Результати досліджень показують, що на першому етапі освоєння сидеральної системи удобрення їх доцільно висівати в полях із чистими парами. Систематичне заорювання в ґрунт 15–20 т/га зеленої маси рослин–сидератів забезпечувало ефект, який майже рівноцінний унесенню 20 т/га гною⁹¹².

За відсутності гною використовують зелену масу культур на сидерат. У зоні недостатнього зволоження такий підхід вивчався в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Результати досліджень показують, що на першому етапі освоєння сидеральної системи удобрення їх доцільно висівати в полях із чистими парами. Систематичне заорювання в ґрунт 15–20 т/га зеленої маси рослин–сидератів забезпечувало ефект, який майже рівноцінний унесенню 20 т/га гною. Дослідженнями встановлено, що особливо висока ефективність сидерального пару, як порівняти з чистим, проявляється на культурах, які в сівозміні ідуть за пшеницею озимою: буряки цукрові, кукурудза, картопля,

⁹¹² Попов С., Авраменко С., Циганко В., Магомедов Р. Зелений бонус для сівозміни. The Ukrainian Farmer. 2016. URL: <https://agrotimes.ua/article/zelenij-bonus-dlya-sivozmini/>

овочеві культури. Висока ефективність сидеральних парів спостерігається як на малогумусних ґрунтах, так і на чорноземах з умістом гумусу 4,5–5,4%⁹¹³.

Також доведено, що сидеральні культури спроможні значно поліпшити використання рослинами азоту, фосфору, калію, кальцію й ін. Відомо, що деякі сидерати здатні засвоювати важкодоступні форми сполук, особливо фосфорних. До цих культур належать люпин, ріпак, редька.

Культури, що використовують на зелене добриво, по-різному впливають на накопичення гумусу у ґрунті. В технології вирощування сидератів особливе значення має фаза росту й розвитку рослин, у якій їх заорюватимуть. Багаторічні дослідження Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН у цьому напрямі показують, що заорювання сидеральних культур у фазах до цвітіння бобових чи колосіння злакових активізує мікробіологічний процес у ґрунті, підвищує врожайність наступної культури, але не впливає ні на кількісні, ні на якісні показники гумусу. Пояснюється це тим, що така ніжна зелена маса сидерата збіднена на лігнін, який швидко мінералізується й в гумусні сполуки не закріплюється⁹¹⁴.

Крім того, було встановлено: чим більший вегетаційний період сидеральної культури, тим більше накопичення органічної речовини, яку заорюють під урожай наступної культури. Наприклад, буркун і еспарцет накопичують до 12–18 т/га біомаси, вика озима – 7–9 т/га, а ярі сидерати (редька олійна, гірчиця сарептська, вико–овес і ріпак ярий) – лише 5–8 т/га.

На продуктивність сидеральних культур великий вплив мали погодні умови їх вирощування. У вологі роки маса органічної речовини, яка надходила у ґрунт під час заорювання сидератів, збільшувалася на 22–46%. Власне, кількість рослинної маси, внесеної із зеленим добривом, належить до найважливіших чинників підвищення родючості ґрунту.

Дослідженнями⁹¹⁵ також встановлено, що сидеральні пару у порівнянні з чистими зменшують витрати азоту з ґрунту приблизно у 9 разів. Так, на контролі (попередник горох) уміст рухомих сполук фосфору, калію й азоту у ґрунті становив відповідно 90 мг/кг, 112 і 159 мг/кг; у варіанті горохоовес на сидерат – 96 мг/кг, 118, 159 мг/кг; а на ділянці, де висівали горохо-овес на зелену масу – 109 мг/кг, 141, 164 мг/кг. Вирощування горохо–вівса та вики на сидерат сприяло поліпшенню азотного живлення на 8,8%, а сумішки вики з гірчицею – на 30,7%.

Вирощування сидератів також поліпшувало калійний режим після горохо–вівса на сидерат на 5,8% і на 7,4% — після гірчиці та сумішки гірчиці з викою.

Меншою мірою сидерати поліпшували фосфорне живлення рослин — до 6,3% за використання сидеральної маси гороху, як порівняти із зайнятим паром.

⁹¹³ Попов С., Авраменко С., Циганко В., Магомедов Р. Зелений бонус для сівозміни. The Ukrainian Farmer. 2016. URL: <https://agrotimes.ua/article/zelenij-bonus-dlya-sivozmini/>

⁹¹⁴ Попов С., Авраменко С., Циганко В., Магомедов Р. Зелений бонус для сівозміни. The Ukrainian Farmer. 2016. URL: <https://agrotimes.ua/article/zelenij-bonus-dlya-sivozmini/>

⁹¹⁵ Попов С., Авраменко С., Циганко В., Магомедов Р. Зелений бонус для сівозміни. The Ukrainian Farmer. 2016. URL: <https://agrotimes.ua/article/zelenij-bonus-dlya-sivozmini/>

Вирощування інших культур на сидерат в наших дослідженнях майже не змінювало фосфорний режим ґрунту.

Установлено⁹¹⁶, що за використання сидеральних парів збільшення у ґрунті основних елементів мінерального живлення становило:

- після вико–вівса на сидерат: на 12,8 кг/га – азоту, 34,0 – калію та 29,8 кг/га – фосфору;

- після гороху на сидерат проти чорного пару без унесення органічних добрив: на 34,1 кг/га – азоту, 15,5 – калію та 47,6 кг/га – фосфору.

До відома, після чорного пару з унесенням органічних добрив ці надбавки становили 17,4 кг/га; 49,5 та 66,6 кг/га.

За результатами наших досліджень установлено, що врожайність пшениці озимої після попередників–сидератів значною мірою залежала від кількості заорюваної зеленої маси. Якщо сидерати вирощувалися сприятливих погодних умов і накопичували значну кількість зеленої маси, то врожайність пшениці озимої значно перевищувала (на 1,1–1,3 т/га) цей показник на контролі (зайнятий пар). Утім, невелика кількість зеленої маси сидератів, заорана під урожай пшениці озимої, не завжди підвищувала її врожайність. Однак позитивний вплив від заорювання сидератів визначався також за вирощування наступних культур сівозміни – буряків цукрових і ячменя ярого.

Таким чином, було встановлено можливість часткової заміни гною на сидерати, використовуючи їх удобрювальні властивості.

Дослідженнями встановлено⁹¹⁷, що різні сорти пшениці озимої мали свою, сортоспецифічну реакцію на сидеральне удобрення. Так, у середньому за роки досліджень за вирощування сортів пшениці озимої лісостепового еко типу найкращими попередниками–сидератами для них були жито озиме + озима вика з рівнем урожайності пшениці 4,68–5,45 т/га, а для сортів степового еко типу – горох на сидерат із рівнем урожайності пшениці 4,69–5,48 т/га. Важливим заходом в технології вирощування сидеральних культур є внесення мінеральних добрив, що істотно впливає на підвищення врожайності наступної культури. У наших дослідженнях за мінерального удобрення сидератів надбавка врожайності пшениці озимої до контролю (без добрив) становили від 0,4 т/га після гороху на сидерат до 1,0–2,1 т/га після вико–житньої сумішки на сидерат. Найефективнішим було основне внесення під сидерат N₆₀P₆₀K₆₀.

На тлі основного мінерального удобрення надбавка врожайності пшениці після вико–вівсяної сумішки на сидерат становила 0,60 т/га.

Серед сидератів–попередників слід зазначити горох і сумішку вики з житом на тлі азотного підживлення (N₃₀). Надбавка врожайності пшениці озимої за цього варіанта становила 0,46–0,50 т/га. Крім того, добрими сидератами, які сприяли підвищенню врожайності пшениці озимої на фонах із застосуванням мінеральних добрив, були вико–овес, ріпак, вика й жито.

⁹¹⁶ Попов С., Авраменко С., Циганко В., Магомедов Р. Зелений бонус для сівозміни. The Ukrainian Farmer. 2016. URL: <https://agrotimes.ua/article/zelenij-bonus-dlya-sivozmini/>

⁹¹⁷ Попов С., Авраменко С., Циганко В., Магомедов Р. Зелений бонус для сівозміни. The Ukrainian Farmer. 2016. URL: <https://agrotimes.ua/article/zelenij-bonus-dlya-sivozmini/>

Таким чином⁹¹⁸, найкращі умови для збільшення врожайності пшениці озимої сидерати–попередники створювали за умови внесення мінеральних добрив в основне внесення (N₆₀P₆₀K₆₀). Утім, слід ураховувати, що на інтенсивнішому (удобреному) фоні після сидеральних культур може виникати загроза вилягання посівів наступних культур, тому на таких полях слід вирощувати стійкі до вилягання сорти рослин.

Отже, застосування сидератів у дослідженнях⁹¹⁹ мало низку позитивних характеристик:

- запобігання ерозії та деградації ґрунту;
- стимуляція та регуляція ґрунтово–мікробіологічних процесів завдяки розмноженню ґрунтових мікроорганізмів;
- поліпшення структурних показників і водного режиму ґрунту;
- інтенсивніша фільтрація води в підорному шарі ґрунту по відмерлих кореневих ходах;
- істотне зниження ураження рослин хворобами в умовах епіфітотії;
- істотне зменшення забур'яненості поля;
- поживні речовини після сидеральних культур збільшували врожайність не тільки першої, а й наступних культур сівозміни.

Основними аспектами та методами оцінки сидеральних культур як органічних добрив є їх вплив на здатність впливати на позитивну динаміку поповнення вмісту органічних речовин у ґрунті, на збільшення врожаїв наступних культур, вологозабезпеченість кореневмісного шару, мобілізації елементів живлення з важкорозчинних сполук, збільшення ємності балансу, підвищення біологічної активності, мобілізації елементів живлення та економічної вигоди від застосування зелених добрив. Для проміжних посівів можна використовувати будь-які культури на зелені добрива, які можуть інтенсивно рости і розвиватись в умовах осіннього дефіциту тепла і світла. Кращими зеленими добривами можуть бути бобові культури або зернобобові суміші.

Оптимальні форми сидерації для умов України⁹²⁰

Основна сидерація – введення сидерального пару з вирощуванням бобових – люпину, буркуну, серадели, хрестоцвітих – редьки олійної, гірчиці білої або зернових – жита озимого або сумішки жита з викою, люпином, або вівса з пелюшкою. Поширена також отавна сидерація, коли частину багаторічних трав у вигляді отави заорюють у ґрунт для удобрення наступної культури. Найефективніша ця форма сидерації для зон нестійкого та недостатнього зволоження. Основна сидерація – ефективна для всієї України.

⁹¹⁸ Попов С., Авраменко С., Циганко В., Магомедов Р. Зелений бонус для сівозміни. The Ukrainian Farmer. 2016. URL: <https://agrotimes.ua/article/zelenij-bonus-dlya-sivozmini/>

⁹¹⁹ Попов С., Авраменко С., Циганко В., Магомедов Р. Зелений бонус для сівозміни. The Ukrainian Farmer. 2016. URL: <https://agrotimes.ua/article/zelenij-bonus-dlya-sivozmini/>

⁹²⁰ Дегодюк Е. Сидерація — це культура землеробства. he Ukrainian Farmer. 2017. URL: <https://agrotimes.ua/article/sideraciya-ce-kultura-zemlerobstva/>.

Підсівна форма сидерації передбачає підсів сидеральної культури під пшеницю озиму. Найпродуктивнішими культурами для цього є люпин багаторічний, серадела, бобові багаторічні трави. Особливості підсіву люпину багаторічного полягають у можливості двох строків – восени або взимку по снігу за товщини снігового покриву не більше 15–20 см, або рано навесні з нормою висіву 55–60 кг/га. Сераделу підсівають під покрив озимих зернових сівалкою з дисковими сошниками. Багаторічні бобові трави – згідно з заведеними технологіями. Підсівна сидерація вигідна тим, що під час заорювання зеленої маси разом із соломною або стернею на високому зрізі оптимізується співвідношення C:N, запобігаючи надмірній мінералізації органічної речовини. Підсівна сидерація за правильного підбору культури ефективна в будь-якій ґрунтово-кліматичній зоні України. Підсівні культури повинні володіти швидким розвитком кореневої системи, глибоким проникненням її в орний горизонт; сповільненим ростом надземної маси в початковий період й швидким її нарощуванням після збирання покривної культури; інтенсивним ростом рослинної маси рано навесні відразу ж після танення снігу (озимі проміжні культури). Окрім того, підсівні сидерати повинні добре витримувати затінення покривною культурою.

Проміжна сидерація здійснюється у проміжку часу після збирання попередника і наступною культурою у сівозміні. Розрізняють поукісну і післяжнивну її різновиди. Ця форма сидерації найпоширеніша щодо одержання гарантованого ефекту. Ефективність вирощування сидератів у проміжних посівах залежить від таких моментів:

- дотримання стислих строків обробітку ґрунту – негайно після збирання попередньої культури, перед сівбою сидерату або ж одночасно з його сівбою. Це боротьба за вологу для одержання дружніх його сходів;

- норми висіву завищують на 25–30% проти рекомендованих з обов'язковим прикочуванням після висіву;

- під час сівби небобових культур (редька олійна, ріпак, жито озиме) рекомендовано внесення азотних добрив по сходах у дозі N_{30-45} ; фосфорні, калійні та органічні добрива, розраховані під наступну культуру, краще внести під сидерат, що у 1,5–2 рази підвищить коефіцієнт використання з них поживних речовин;

- масу проміжних посівів сидеральних культур загортають у ґрунт в жовтні–листопаді залежно від урожайності в 1–2 проходи дисковими боронами, або навесні.

Післяукісну сидерацію проводять після збирання зеленої маси озимих або однорічних трав та кукурудзи на зелений корм. Ефективні такі культури з родини капустяних, як редька олійна, ріпак ярий, перко та бобових – люпин, буркун, серадела. Післяукісні посіви нагромаджують більшу зелену масу у зв'язку з довшою тривалістю вегетаційного періоду.

Післяукісну сидерацію застосовують під сівбу озимих зернових і під просапні культури – картоплю, кукурудзу, буряки цукрові і кормові.

Найпоширеніша форма сидерації – післяжнивна, адже для неї звільняються значні площі після збирання ранніх хлібів. Вирішальне значення для цієї форми мають запаси вологи у ґрунті. З метою зменшення її втрат обробіток ґрунту повинен бути проведений у найстисліші строки і, бажано, із залишенням

подрібнених решток попередньої культури на полі з додатковим внесенням на 1 т соломи 10 кг мінерального азоту.

Для небобових сидеральних культур доцільне внесення повної дози азоту з розрахунку 60–90 кг/га N. У зонах Полісся й Лісостепу не пізніше як 5–10 серпня висівають гірчицю, редьку олійну, капусту кормову, ріпак. Наприкінці липня висівають люпин, горох, овес, вику, пелюшку та їх сумішники з вівсом.

Кулісні посіви сидеральної культури чергуються на зайняті й незайняті сидератами смуги різної ширини. Скошену зелену масу застосовують на сусідній смузі, відведеній під вирощування наступної культури. Кулісна сидерація ефективна на схилових землях, з розміщенням куліс поперек схилу, що запобігає проявам водної ерозії.

Технологія вирощування сидеральних культур (сформовано по результатах узагальнюючої публікації^{921 922})

Підготовка ґрунту і удобрення. Вирішальний вплив на ефективність вирощування післяжнивних культур на зелене добриво має своєчасна і якісна підготовка ґрунту. Головне – не допустити великого розриву між

збиранням попередника і сівбою сидерата. З метою забезпечення якомога більшого періоду вегетації культури в післяжнивних посівах і зменшення втрат вологи, обробіток ґрунту слід починати відразу після збирання основної культури і звільнення поля від соломи або після її подрібнення. Завдання післяжнивного обробітку ґрунту зводяться головним чином до наступного:

- відновлення належної будови ґрунту, яка була втрачена при вирощуванні основної культури;
- накопичення вологи в ґрунті, особливо у його верхньому посівному шарі;
- знищення бур'янів;
- створення умов для проведення своєчасного і якісного посіву та одержання дружніх і повних сходів сидеральної культури.

Всі перераховані завдання успішно вирішуються при обробітку ґрунту важкою дисковою бороною типу БДТ–7 чи лушильником ЛДГ–15 з послідувачим боронуванням голчастою бороною БГ–3 або іншими боронами на підвищених швидкостях. На суглинкових та глинистих ґрунтах у суху погоду більш високу якість підготовки ґрунту для посіву післяжнивних культур забезпечує додаткове застосування різних котків.

При достатньому зволоженні ґрунту відразу після збирання попередньої культури висівають насіння сидеральної культури в стерню, після чого проводять дискування на глибину 6–8 см з послідувачим боронуванням голчастою бороною БГ–3 або ротаційною мотикою. Для одержання дружніх і повних сходів та нормального наступного росту сидератів найкращі результати дає поверхневий обробіток ґрунту, який зберігає вологу, до мінімуму зводить негативну дію ерозії ґрунту, зменшує кількість проходів агрегатів, скорочує строки підготовки ґрунту.

⁹²¹ Органічні добрива: навчальний посібник (для студентів напряму підготовки 201 «Агрономія») / С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький [та ін.]. Житомир: Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 200 с.

⁹²² Довбан К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии. Минск: Белорусская наука, 2009. 404 с.



Рисунок 2.40 – процес заробки сидерату ріпаку

В поєднанні з сидератами поверхневий обробіток забезпечує найефективніше збереження та підвищення родючості ґрунту.

Вибір системи удобрення визначається родючістю ґрунту, попередником і видом сидерату. Якщо на зелене добриво використовують бобові культури, то під них вносять невеликі дози фосфорних і калійних добрив. За вирощування люпині можливе використання низьковідсоткових і важкорозчинних фосфорно-калійних туків – фосфоритного борошна, каїніту, калійної солі тощо.

При використанні на зелене добриво злакових культур, а також при розміщенні їх після стерньових попередників доцільно вносити повну дозу мінеральних добрив. Біомаса сидерату в такому випадку збільшується вдвічі, зменшується нагромадження нітратів, наприклад, у бульбах картоплі, тому що поживні речовини засвоюються пролонговано (поступово) по мірі мінералізації органічної речовини зеленого добрива.

При використанні на сидерацію капустияних культур слід враховувати, що врожай біомаси цих сидератів (редьки олійної, суріпиці, ріпаку та інших) визначається вмістом у ґрунті азоту та рівнем його родючості. При низьких запасах азоту на бідних ґрунтах капустияні сидерати малоефективні.

Варто підкреслити, що удобрення сидератів, на думку науковців Західної Європи, є дієвим агрозаходом, оскільки його ефективність вища, ніж звичайне внесення добрив під посів наступної культури.

Строки посіву. Післяжнивні сидеральні культури слід висівати в ранні та стислі строки. В умовах Полісся, Північного та Західного Лісостепу холодостійкі культури: гірчицю, редьку олійну, капусту кормову, ріпак необхідно сіяти не пізніше 5–10 серпня, а жито озиме – в кінці серпня. Люпин, горох, овес, вику та інші капустияні сидерати висівають в кінці липня.

При використанні багаторічного люпину його підсівають під покрив озимих зернових культур пізно восени перед входом їх в зиму або зимою по снігу (при товщині снігу не більше 10–15 см), або рано навесні.

Передпосівні технологічні вимоги основних сидератів

Сидерат	Віддає перевагу ґрунту: тип реакція ґрунтового середовища	Глибина проникнення кореневої системи	Термін приності до скошуваннядат	Норма висіву при розкидному методі	Дата посіву
1	2	3	4	5	6
Гірчиця	Будь-які дуже кисла- лужна	150–200 см	1–1.5 місяці	4 г/м ² ; від дротяника 5–6 г/м ² , глибина посіву 2–3 см	До, після, між
Люпин однорічний: а) синій. б) жовтий, в) білий	а) легкі-середні кисла- нейтральна, б) легкі кисла, в) середні- важкі слабокисла-лужна	150–200 см	6–8 тижнів (на початку бутонізації); крупним планом в ґрунт на 5–6 см	10–15 г/м ² , рядовий посів на глибину 2,5 см. Інтервал 5–15х15–30 см	Пізньої весни чи наприкінці літа
Вика а) посівна (яра). б) мохната (озима)	а) будь-який слабо кислий, слабколужна, б) будь-які дуже кисла- лужна	80–150 см	а) 2–3 місяці фаза плодоутворення; б) сувора зима – пізньої осені: м'яка зима – ранньою весною наступного року	10–15 г/м ² , рядами або ж врозкид на глибину 3–4 см; якщо суміш вико- вівса то 1:3 при 18–20 г/м ² на 30–40 днів	а) березень, червень – до 20 липня; б) восени після збирання основної культури
Ріпак: а) озимий; б) ярий	Легкі-важкі кислі-лужні	80–150 см	а) весна-літо наступного року; б) через 1–1,5 місяці	2,2–2,8 г/м ² , глибина 1–2 см	а) під зиму (скошувати весна-літо наступного року); б) наприкінці липня-серпня

Продовження табл. 2.59

1	2	3	4	5	6
Овес	Будь-які, у тому числі кислі чи торф'яні	80–150	До цвітіння	13–18 г/м ² , 3–5 см глибина	Кінець березня; початок вересня
Жито	Будь-які типи ґрунту, включаючи цілину, схильні до заболочування	80–150	До цвітіння	20–25 г/м ² ; глибина 3–5 см	Навесні, влітку та для підзимового посіву
Фацелія	Легкі-важкі, кисла-лужна	80–150 см	Через 45–50 днів у період цвітіння	Рядами або врозкид, 8–10 г/м ²	3 березня до кінця серпня
Гречка	Добре росте на збіднених та кислих ґрунтах	80–150 см	Під час цвітіння	Для збагачення ґрунту – 7 г/м ² , для боротьби з бур'янами – 12 г/м ²	Ця теплолюбна рослина-висівається не раніше травня
Буркун	Будь-які слабокисла-лужна; може рости на засолених, карбонатних, піщаних ґрунтах	150–200 см	Під час зав'язування бутонів	2–2,5 г/м ²	3 березня до серпня, під зиму
Боби кормові	Середньо-важкі слабокисла-лужна	80–150 см	Після утворення бобів на першому ярусі	Глибина загортання 4–6 см, норма 15 – 18 г м ² , рядами або врозкид	3 ранньої весни та до початку вересня
Редька олійна	Будь-які	80–150 см	Через 1.5–2 місяці	Середня 2–3 г/ м ² ; у суміші з викою на 1 г редьки 6 г вики на м ²	3 квітня до середини вересня

Технологічні складові підбору конструювання ценозів сидератів
(варіант 1)

Культура-сидерат	Строки сівби	Дата застосування як сидерату
Вика озима (в суміші з житом чи ріпаком)	Після збирання основної культури, 10–15 г/кв. м	Скошування раною весною наступного року
Ріпак ярий	Квітень–серпень, 1,5–2 г/кв. м	1–1,5 місяці
Ріпак озимий	Друга половина серпня, 1,5–2 г/кв. м	Скошування раною весною наступного року
Гірчиця біла	Квітень–вересень або жовтень–листопад із відповідним двократним збільшенням норми посіву до 5 г/кв. м	1–1,5 місяці
	Квітень–серпень, 2–4 г/кв. м	1,5–2 місяці
Суріпиця озима	20 серпня – 20 вересня, 1 г/кв. м	Скошування раною весною наступного року
Жито озиме	25 серпня – 20 вересня, 20 г/кв. м	Скошування раною весною наступного року
Фацелія	Квітень–серпень або під зиму, у жовтні–листопаді, збільшивши норму посіву вдвічі, до 10 г/кв. м	1–1,5 місяці
Люцерна посівна	20 квітня – 15 травня, 15 липня – 15 серпня, 1,5 г/кв. м	Скошування за 3 тижні до висаджування основної культури
Буркун жовтий або білий	Квітень–серпень, 1,5 г/кв. м	Скошування за 3 тижні до висаджування основної культури
Кормовий горох	3 квітня до середини серпня, 15–20 г/кв. м	1,5 місяці
Конюшина червона	Квітень–серпень, 2 г/кв. м	Скошування за 3 тижні до висаджування основної культури
Конюшина біла	Квітень–серпень, 1,5 г/кв. м	Скошування за 3 тижні до висаджування основної культури
Люпин вузьколистий (синій)	Квітень, липень–серпень, 18–20 г/кв. м	1,5 місяці
Овес посівний	Квітень–вересень, 25 г/кв. м	Гине взимку, мульчуючи ґрунт та захищає його від ерозії
Гречка	Кінець травня–серпень, 10–15 г/кв. м	Через 1–1,5 місяці

Технологічні складові підбору конструювання ценозів сидератів (варіант 2)

Родина, вид	Дія сидерату	Культура наступного року	Вимоги до умов вирощування	Примітки
Родина хрестоцвітих: гірчиця біла, сарептська, редька олійна, суріпиця, ріпак озимий та ярий	Збагачують ґрунт калієм і фосфором, перешкоджають розвитку парші картоплі, фузаріозу, фітофторозу, рієоктоніозу та ін.	Пасльонові та цибульні культури, буряк, морква, квасоля, озимі культури, ягідники, виноград	Погано росте при високій кислотності та надмірній вологості ґрунту	Не можна використовувати як попередник для капусти, ріпи, редьки, дайкону, редиски. Ріпак – поганий попередник для буряків
Родина злакових, жито, овес, сорго, або суданська трава, ячмінь, пшениця, тритикале, райграс однорічний	Відмінно розпушують щільний ґрунт, насичують його калієм, жито несприятливо діє на ґрунтових нематод, а регулярно, протягом 2–3 років його вирощування дозволяє позбутися багаторічних бур'янів	Пасльонові баштанні, хрестоцвіті	Будь-які типи ґрунтів. Жито утворює потужну кореневу систему, що може викликати складності при ручній обробці ґрунту (плоскорізне не впорається)	Жито не використовують перед посадкою щавлю і ревеню. Не варто використовувати сидерати цієї родини на ділянках, де зростатиме кукурудза
Родио бобових: лопін, боби кормові, горох посівний і польовий, буркун, вика яра та озима, люцерна посівна, конюшина, еспарцет, соя, сочевиця, нут, чину, сераделла, козлятник лікарський, лядвенець рогатий, квасоля	Насичують азотом, переводять вміст у ґрунті фосфор в доступний для рослин стан, позбавляють від бур'янів і ефективно рихлять ґрунт	Пасльонові, гарбузові, хрестоцвіті, цибульні, полуниця	Горох, вика, люцерна: досить зволожені ґрунти. Буркун: важкі та кам'яністі ґрунти. Вика яра (з вівсом): суглисті, дерное-підзо/мстие, чорноземи. Люцерна непридатна для дуже кислих та лужних ґрунтів	Після цих сидератів не можна висаджувати бобові культури – горох, квасолу, сочевицю, а також буряк та часник. Конюшина, люцерну та буркун вирощують у 2-річній культурі

Родина гречаних: гречка	Покращує структуру ґрунту, відчутно знижує його кислотність, збагачує фосфором, калієм, органікою.	Будь-які	Придатна для бідних чи важких ґрунтів. Добре розпушує, покращує структуру, збагачує фосфором та калієм	Трикрратний посів гречки допомагає позбутися пирію за сезон. Відмінний сидерат для плодового саду
Родина бурачникових: фацелія	Розпушує і збагачує ґрунт органікою, пригнічує бур'яни, виганяє дротяника, перешкоджає розвитку кореневих гнилей, фітофторози	Будь-які	Будь-які	Робить ґрунт менш кислим. Відмінний медонос
Родина амарантових: амарант і щиряця	Розпушують ґрунт, насичують його азотом, стимулюють життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів.	Будь-які, крім буряків і шпинату, що відносяться до тієї ж родини	Найкращий ефект дають на легкосуглинистих і дерново-підзолистих ґрунтах. Не люблять перезволоження	Зелень амаранту добре додавати в корм домашній птиці

За даними М.С. Чернілевського⁹²³ (1968–1982 рр.), в умовах Центрального Полісся України найбільш ефективним виявився зимовий строк підсіву багаторічного люпину під озиму пшеницю дисковою сівалкою впоперек рядків при нормі висіву насіння 55–60 кг/га. Підсів багаторічного люпину зимою сприяє значному підвищенню польової схожості насіння, оскільки значна частка насінин культури має міцну оболонку.

Норми, способи сівби та глибина загортання насіння. Серед агротехнічних заходів, які сприяють підвищенню урожайності сидеральних культур в післяжнивних посівах, немаловажне значення мають норми висіву насіння (табл. 2.62).

Сівбу, післяжнивних культур необхідно проводити кондиційним насінням крупних фракцій. Таке насіння містить значний запас поживних речовин, має високу енергію проростання і тому дає дружні і повні сходи. Рослини, одержані з високоякісного насіння, мають підвищений темп початкового росту, вони

⁹²³ Чернілевський М. С. Люпинізація – важливий резерв підвищення родючості поліських ґрунтів і зміцнення кормової бази для тваринництва. Житомир, 1978. 64 с.

легше витримують несприятливі умови, краще використовують ґрунтову вологу і поживні речовини, менше пошкоджуються хворобами і шкідниками.

В післяжнивних посівах не всі культури однаково реагують на норму висіву насіння. За величиною урожаю найкраще реагують на щільність стеблостою гірчиця біла і люпин жовтий.

Для цих культур необхідно застосовувати підвищені норми висіву. Певне коливання норми посіву насіння таких сидератів як редька олійна, ріпак ярий, перко, суріпиця, жито озиме в меншій мірі впливає на продуктивність цих культур. Основними способами сівби проміжних культур на зелене добриво, як правило, є звичайний рядковий або вузькорядний чи розкидний.

Таблиця 2.62

Середні норми висіву насіння сидератів у післяжнивних посівах України

Культури	Схожих насінин, млн. шт. /га	Вагова норма посіву, кг/га
Люпин білий кормовий	0,8–0,85	250–260
Люпин жовтий кормовий	1,2–1,3	160–170
Люпин багаторічний	–	35–40
Буркун	10–13	20–25
Серадела	–	40–50
Редька посівна (олійна)	2,0–2,5	22–25
Гірчиця біла	3,0–3,5	20–25
Ріпак озимий	2,5–4,0	12–16
Ріпак ярий	3,0–3,5	10–16
Суріпиця звичайна	2,5–3,0	12–15
Перко	3,5–4,0	10–12
Фацелія	–	20–25
Жито озиме	4,5–5,0	170–180

При розкидному способі посіву насіння загортають шляхом проведення мілкого дискування ґрунту. Глибина загортання насіння повинна бути 2–3 см.

В умовах недостатнього зволоження ґрунту в післяжнивний період глибину загортання насіння необхідно збільшувати на 1–2 см і проводити післяжнивне коткування.

При використанні зеленого добрива треба особливо мати на увазі його істотний недолік – висушування ґрунту. У зв'язку з цим необхідно враховувати стан зволоженості ґрунту. Зелену масу підсівного багаторічного люпину, наприклад, заорюють пізно восени (третья декада жовтня) або весною за один два тижні до садіння картоплі чи посіву інших просапних культур (кукурудзи, буряків).

Висів сидератів проводять декількома способами⁹²⁴. Перший спосіб: Сівба насіння відбувається розкидним способом автономними відцентровими розкидачами гранульованих мінеральних добрив або сидеральних культур. Краще, коли операція розкидання насіння і загортання його в ґрунт здійснюється одним технологічним проходом агрегата. Це можливо, наприклад, завдяки розкидачу насіння сидеральних культур, установленому на лушпильник типу ЛД або зчіпку типу ЗГ (ці машини розроблено ТОВ «Краснянське СП «Агромаш»»). Конструкційно розкидачі складаються з бункера, в нижній частині якого встановлено дозатор насіння для забезпечення норми висіву і розкидний електропривідний диск із лопатями. Насіння, потрапляючи на диск, під дією відцентрової сили лопатей розкидається поверхню ґрунту, після чого загортається робочими органами ґрунтообробної машини. Оскільки розкидання здійснюється єдиним диском на всю ширину захвату машини, то недоліком такого способу є висока нерівномірність розподілення насіння як за шириною захвату, так і за глибиною загортання, що в подальшому впливає на врожайність сидерату.

Другий спосіб: Сівбу насіння сидератів проводять монтованими на ґрунтообробний агрегат висівними пристроями у складі навісних модулів на основі загального дозатора і локальних висівних пристосувань пасивної дії: сошників, площинних розсіювачів різної форми (дискових, квадратних тощо). Відомими машинами для реалізації такого способу є, наприклад, посівний модуль BioDrill, який монтують на ґрунтообробні агрегати серії Carrier.

Окрім культиватора Carrier, сівалка–модуль BioDrill може встановлюватися на культиватори TopDown і Cultus та прикочувальний пристрій Rollex. Також BioDrill сумісна з сівалкою Vaderstad Rapid, де може бути використана як допоміжна сівалка для паралельного підсіву другої культури (наприклад, в основний бункер Rapid'a засипаємо ячмінь, а в бункер BioDrill – еспарцет).

Зовні проста та зрозуміла, але зсередини інженери Vaderstad впровадили в BioDrill провідні електронні технології, зокрема, керувати сівалкою можна на ходу з кабіни трактора через пульт управління. Дисплей пульта повідомляє про площу посіву, швидкість обертів вентилятора, дані про оберти висівного апарата та інші характеристики робочого процесу. Гнучка та точна норма висіву, від 1 до 560 кг/га, регулюється також через пульт.

Принцип посіву BioDrill схожий на розпилення. З висівної катушки потік насіння підхоплюється потоком повітря від вентилятора, проходить по насіннепроводах та рівномірно розсіюється крізь спеціальні пластини–розсівачі, які під тиском виштовхують насіння у щойно розпушений дисками ґрунт. Прикочуючі колеса з тиском 800 кг м на метр ширини захвату надійно вдавлюють насіння у землю. Глибина посіву задається глибиною обробки ґрунту дисками.

⁹²⁴ Маринін С., Шустік Л., Мариніна Л. Огляд нових розробок для сівби сидеральних культур. kultur. URL:<https://propozitsiya.com/ua/oglyad-novih-rozrobok-dlya-sivbi-sideralnih-kultur>.

Висівна катушка BioDrill універсальна, нею можна сіяти широкий спектр культур. Об'єм бункера сівалки становить 360 л.

Після посіву BioDrill нескладно демонтувати та за допомогою спеціального допоміжного пристрою для транспортування і силами 2–3 осіб можна доставити до сховища. Компактні розміри сівалки не вимагають багато місця.

За три останні роки як в Україні, так і за кордоном відмічено появу виробників ґрунтообробної техніки, які почали використовувати пасивні модулі, наприклад моделі Turbo Jet Super (розробка фірми «Технік–плюс», Австрія), що мають можливість монтажу на різних ґрунтообробних машинах: дискових боронах, дископаках, ґрунтообробних агрегатах, важких пружинних боронах типу БПВ. На імпортованих відомих брендах, наприклад Razol та Strom Vednar, використовують аналогічні за конструкцією висівні модулі інших фірм. Процес висіву насіння сидератів в таких конструкціях здійснюють розміщені поряд із ґрунтообробними робочими органами пасивні тарілчасті розсіювачі. Оскільки на машині може бути чотири-десять локальних висівних пристосувань, то цей спосіб забезпечує кращу рівномірність розподілення насіння сидератів за шириною захвату і глибиною загорання.

Окремо можна відмітити нову розробку ТОВ НВП «БІЛОЦЕРКІВМАЗ», представлену на Міжнародній виставці «Агро–2013», де на ґрунтообробному агрегаті АГ–3,0–20 встановлено висівний модуль Turbo Jet Super 8. Висівання насіння сидератів відбувається під час обробки ґрунту і здійснюється пневматично дисковими сошниками. Цей спосіб забезпечує високу рівномірність розподілення насіння за шириною захвату і глибиною загорання.

Третій спосіб: Реалізується сівалками, які забезпечують потрібну норму висіву сидеральних культур. Відомими машинами для його здійснення є, наприклад, сівалка зернотукотрав'яна СЗТ–3,6 виробництва ПАТ «Червона Зірка», сівалки виробництва фірми МСНПП «Клен», сівалка зернотукова механічна СЗМ–4 «Ніка» виробництва ПП ВКФ «Велес–Агро». Висівати сидеральну культуру можна як під час сівби основної культури (наприклад, поєднаний висів ячменю і конюшини чи люцерни), так і після її збирання.

Аналізуючи проблему відтворення родючості ґрунтів вказується⁹²⁵, що застосування сидератів набуває у світі все більшого поширення. На цей час в Україні є близько 46 тис. господарств з угіддями до 2000 га і для яких актуальним є застосування зелених добрив. Ґрунтообробно–посівних агрегатів завширшки близько 4 м немає на ринку України. Кількість фінансово спроможних господарств, які мають змогу та в яких доцільно застосовувати такі агрегати, складає більше 28 тисяч штук.

Менші господарства можуть адаптувати традиційні сівалки під технологічний процес, а великі господарства можуть застосовувати

⁹²⁵ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

спеціалізовані широкозахватні агрегати. Тому, з урахуванням сказаного, малі фермерські господарства будуть адаптувати традиційні сівалки під сівбу сидеральних культур⁹²⁶.

Середні господарства вимагають спеціалізованої ґрунтообробно-посівної техніки, яка практично не представлена вітчизняними виробниками, для чого необхідно розробляти або комбінувати ґрунтообробно-посівні агрегати, а великі фінансово спроможні – будуть використовувати вузькоспеціалізовану імпортовану техніку для сидератів.

Традиційно насіння дрібно насінневих культур висівають зерно-трав'яними та овочевими сівалками рядковим способом за різними схемами, які не забезпечують сталої сівби малими нормами, мають високу нерівномірність висіву та пошкоджують насіння. Щодо обробки ґрунту, то все залежить від його структури. Якщо вона порушена і на поверхні велика кількість соломи, то проводять глибоке розпушення або оранку^{927 928 929}. Сівба сидератів таким способом є неефективною з точки зору економічних переваг та енергозбереження. Також наявний досить суттєвий фактор переущільнення ґрунту в разі застосування двох агрегатів.

Найбільш поширеними схемами сівби сидеральних культур є такі:

- дискування + сівба звичайними сівалками + коткування;
- сівба комбінованим ґрунтообробно-посівними агрегатами модульного типу.

Звичайні зернові сівалки вітчизняного виробництва типу СЗТ (ПАТ «Червона зірка») (рис. 2.41), типу КЛЕН (МНСВП «Клен»), посівні комплекси Хорш–Агро–Союз АТД, АПК–5,7 Партнер (ПП «Українська аграрна техніка»), СЗМ–4,0 Ніка (ПП ВКФ «Велес–Агро») та інших виробників. А також сівалки імпортованого виробництва типу D («Amazon»), серії Citon («Amazon»), типу Soliter («Lemken») (рис. 2.42) та інші забезпечують сівбу дрібнонасінневих культур у попередньо оброблений ґрунт, або мають змогу одночасно з обробкою ґрунту сіяти, серії Rapid RDS («Vaderstad»).

Позитивом сівби сидератів вказаними сівалками є можливість використання їх і на інших культурах, а недоліками необхідність попереднього обробки ґрунту, мала продуктивність та висока вартість. Деякі фірми (зокрема «Vaderstad») пропонують у рамках фірмової стратегії обробку ґрунту і сівби спеціальні посівні модулі, які можуть бути використані лише з ґрунтообробною

⁹²⁶ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹²⁷ Кардашевский С. В. Высевающие устройства посевных машин.. М: Машиностроение, 1973. 176 с.

⁹²⁸ Шкрудь Р. І. Операційні технології вирощування олійних культур / Р. І. Шкрудь, В. Д. Гайдаш, Є. К. Гриднєв К.: «Уоожай». 1993. 184 с.

⁹²⁹ СОУ 29.3-37442:2007 Універсальні ґрунтообробно-посівні машини. Загальні технічні вимоги. 2007. 67 с.

машиною цієї фірми. До таких спеціалізованих знарядь відноситься Ґрунтообробно–посівна комбінація Bio–Drill+Carrier⁹³⁰ (рис. 2.43).



Рисунок 2.41 – Сівалка CZT 5.4 (ПАТ «Червона зірка») ⁹³¹.



Рисунок 2.42 – Сівалка LEMKEN SOLITAIR 9⁹³²

⁹³⁰ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹³¹ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹³² Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.



Рисунок 2.43 – Ґрунтообробно-посівна комбінація BioDrill+Carrier⁹³³

На основі ґрунтообробного агрегата на який навішується висівний модуль, фірма пропонує як механічну версію транспортування насіння до сошника (з насіннєвим бункером на всю ширину захвату сівалки) так і пневматичну з централізованою пневматичною подачею насіння до сошника.

Серед зарубіжних фірм, що представляють комбіновані машини для посіву дрібно– насіннєвих культур з іншою конфігурацією розсіювачів є: Swifter so 5000 (чеської фірми «Strom Bednar»), Zenith (фірми «Razol»).

Комбіновані ґрунтообробно–посівні агрегати модульного типу є найбільш прийнятною і доступною стратегією сівби сидератів, оскільки така схема дає змогу використовувати наявні в господарствах або поширені на ринку серійні або спеціалізовані дрібносерійні ґрунтообробні знаряддя як Ґрунтообробні модулі з відповідними для загортання дрібнонасіннєвих культур агротехнічним показникам в комбінації з посівними модулями⁹³⁴. Характеристики таких комбінованих агрегатів представлені в *таблиці 2.63*.

⁹³³ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹³⁴ Гайдай Т. Визначення оптимальних параметрів елементів насіннєвого бункера та блока розсіювання ґрунтообробно-посівного агрегата. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва України. 36. наук, пр. УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. 2018. Вип. 22(36). С. 66-74.

Характеристики наявних модулів для висіву сидератів⁹³⁵

№ П/П	Фірма виробник	Моделльний ряд	Технічні характеристики					
			На що встановлюється	Дозувальний пристрій	Робоча ширина, м	Чим переміщується насіння по шлангах	Чим забезпечується рівномірність висіву по ширині	Що сіє
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	«VADER-STAD»	BIODRILL 360	культиватори та сівалки	пневматична розподільча головка	ДО 12	гідравлічний вентилятор	розподільча суцільна планка	культури з меншою нормою висіву, змішані культури, добрива
2		BIODRILL 180, 280	культиватори та сівалки	вал зі змінними катушками під різні розміри насіння	3–4	гравітація	щільно розміщені шлагги	культури з меншою нормою висіву, змішані культури, добрива
3	«BEDNAR»	ALFA DRILL FO 3000, 4000, 5000, 6000	на різні види агрегатів фірми BEDNAR	вал зі змінними катушками під різні розміри насіння	3–6	гідро- або електропривід з турбіною	розподільчі тарілки-відбивачі	покривні культури і трав'яні насадження
4	«AMAZON E»	GREEN DRILL 200, 500	дискова борона Catros, культиватор мульчувач Senius, ротаційний культиватор KG, ротаційна борона KE + коток	вал зі змінними катушками під різні розміри насіння	3–6	гідро- або електропривід з турбіною	розподільчі тарілки-відбивачі	бобові, покривні, проміжні культури, трави
5	«AGRO MASZ»	SP-200	культиватор, дискова борона	вал із змінними катушками під різні розміри насіння	2–6	електропривід з турбіною	розподільчі тарілки-відбивачі	посів покривних культур і трав'яних насаджень

⁹³⁵ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

6		TURBO-JET SUPER 6, 8, 10,12	культиватор, дискова борона, борона, комбайн, трактор	вал із змінними катушками під різні розміри насіння	до 6	електропривід з турбіною	розподільчі тарілки-відбивачі	бобові, покривні, проміжні культури, трави та мікродобрива
7	«TECHNIK-PLUS»	TURBO-JET SUPER 12,16, 20, 24	культиватор, дискова борона, борона, трактор	вал зі змінними катушками під різні розміри насіння	до 24	гідропривід з турбіною	розподільчі тарілки-відбивачі	бобові, покривні, проміжні культури, трави та мікродобрива
8		Tellerstreuer	Культи-ватор, боро-на, трактор, міні трактор, луцильник	заслінка	1-28	гравітація	великий розсівний диск із лопатками	бобові, покривні, проміжні культури, трави та мікродобрива
9	«UNIA»	ETA-200	культиватор, дискова борона	вал зі змінними катушками під різні розміри насіння	1-6	електропривід з турбіною	розподільчі тарілки-відбивачі	покривні, проміжні культури, трави та мікродобрива
10		ETA-500	культиватор, дискова борона	вал зі змінними катушками під різні розміри насіння	1-12	гідрравлічний з турбіною	розподільчі тарілки-відбивачі	покривні, проміжні культури, трави та мікродобрива
11		Super Vario	культиватор, борона, трактор, міні трактор, луцильник, автомобіль, вантажівка, квадроцикл	заслінка	2-24	гравітація	великий розсівний диск із лопатками	бобові і дрібне насіння
12	«Lehner»	Vento 120, 230	культиватор, борона, луцильник	вал із змінними катушками під різні розміри насіння	1-8	електропривід з турбіною	розподільчі тарілки-відбивачі	покривні, проміжні культури, трави та мікродобрива
13		Mini Vario	трактор, міні трактор, автомобіль, вантажівка, квадроцикл, культиватор	заслінка	0,8-6	гравітація	великий розсівний диск із лопатками	будь-який гранульований матеріал

14		KS 40 M2	трактор, міні трактор, квадроцикл, культиватор, борона, дискова борона, луцильник	заслінка	1–12	гравітація	великий розсівний диск із лопатками	покривні, проміжні культури, трави та мікродобрива
15	«APV»	ES 100 M1	трактор, міні трактор, квадроцикл, культиватор, борона, дискова борона, луцильник	заслінка	2–24	гравітація	великий розсівний диск із лопатками	покривні, проміжні культури, трави та мікродобрива
16		PS 120M1, 200, 300, 500, 800, 1200, PS1600M1	Культи-ватор, дискова борона, луцильник	вал із змінними катушками під різні розміри насіння	1–12	гідро- або електропривід з турбіною	розподільчі тарілки-відбивачі	бобові і дрібне насіння

Деякі моделі комбінованих агрегатів розглянемо більш детально. Наприклад, BioDrill – це навісна міні-сівалка, яку можна встановлювати на культиватори і сівалки виробництва фірми «Vaderstad», у такий спосіб підвищуючи їхню універсальність. Модуль Biodrill 360 (рис. 2.44) оснащено потужним гідравлічним вентилятором, який забезпечує рівномірний розподіл насіння по всій робочій ширині.



Рисунок 2.44 – Модуль VADERSTAD BIODRILL 360⁹³⁶

⁹³⁶ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти

Модуль Biodrill 180–280 (рис. 2.45) випускається для агрегатів, які мають суцільну раму, з робочою шириною від 3 до 4 метрів, висівні катушки якого приводяться в дію гідравлічною системою.



Рисунок 2.45 – Модуль VADERSTAD BIODRILL 180–280⁹³⁷

BioDrill оснащено системою точного дозування, яка контролюється радаром швидкості і забезпечує рівномірне розподілення насіння по всій робочій ширині. Вона відзначається майже такою ж точністю роботи, як і повноцінна зернова сівалка, а це дуже важливо для сівби з низькими нормами висіву або для сівби змішаних культур із різними розмірами насіння⁹³⁸.

ALFA DRILL – модуль, призначений для сівби покривних культур і трав'яних насаджень. Може бути встановлений на різні види агрегатів фірми BEDNAR (рис. 2.46).

Бункер об'ємом 200 л легко доступний завдяки комфортному розташуванню сходів, що дає змогу швидко наповнювати бункер.

Під вимірювальною системою знаходиться дозувальний вал, який може бути оснащеним стандартними катушками або катушками для дрібного насіння, залежно від типу та кількості насіння.

розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹³⁷ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹³⁸ Сівалка Vaderstad. URL: 5. <https://www.vaderstad.com/ru/zer-novye-seyalki/navesnaya-nebolshaya-seyal-ka/biodrill/#Techdata>.



Рисунок 2.46 – Висівний модуль *BEDNAR ALFA DRILL*⁹³⁹

Висівний агрегат GreenDrill від фірми AMAZONE (рис. 2.47) призначений для посіву проміжних культур. Він може бути навішений на різні ґрунтообробні знаряддя «AMAZONE» шириною захвату до 6 м: компактну дискову борону Catros, мульчувальний культиватор Senius, а також ротаційний культиватор KG або ротаційну борону KE.



Рисунок 2.47 – Висівний агрегат *AMAZONE GREEN DRILL 200*⁹⁴⁰

⁹³⁹ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹⁴⁰ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти

Зручні сходинок забезпечують вільний доступ до насінневого бункера GreenDrill об'ємом 200 л. У зоні дозування, під насінневим бункером, розташований висівний вал, який залежно від властивостей і норми внесення посівного матеріалу може бути оснащений висівними котушками для сівби бобових і дрібного насіння. Після дозування посівний матеріал по шлангах подається до розподільчих тарілок і звідти, безпосередньо перед або за катком ґрунтообробного знаряддя, розсіюється. Привід висівного вала і турбіни здійснюється сервомотором, або гідравлічно⁹⁴¹.

Для управління машин «AMAZONE» пропонує два альтернативних варіанти з різним, високим рівнем комфорту. Стандартна комплектація GreenDrill передбачає вмикання висівного вала і турбіни і зміну числа обертів турбіни на бортовому комп'ютері. У комплектації Komfort на бортовому комп'ютері додатково пропонується меню вибору для налаштування норми висіву та вказівки швидкості руху, обробленої площі і робочих годин⁹⁴².

Розглянуті висівні модулі, які, як правило, виконуються за автономним принципом приводу. До таких модулів відносяться розробки фірм «Lehner» (Супер Варіо), «Ейнбок Джакобі Ротосем» (рис.), «Technik Plus» (TurboJet) (рис. 2.48), «VADERSTAD» (Biodrill), «BEDNAR» (Alfa), «Hatzenbichler» (Verticator), «EINBUCK» (Grass-Star) та інші.

Висівний модуль фірми Lehner SuperVario (рис. 2.49) має такі можливості⁹⁴³:

- вивантаження протислизневих гранул;
- засівання угідь у поєднанні з іншими робочими процесами;
- раціональне вивантаження проміжних культур;
- поверхнєве вивантаження дозволеної приманки для польових мишей;
- внесення консервантів під час заклання і трамбування силосних ям.

Сівалки для проміжних культур Lehner SuperVario дозволяють проводити сівбу в діапазоні від 2 до 24 м у безступінчастому режимі. Модуль має прозорий резервуар об'ємом 170 л для висівання посівного матеріалу (трава, олійна редька, гірчиця, родини бобових, люцерна, люпин, еспарцет, конюшина, нут, квасоля, соя, сочевиця, козлятник та ін.). Заслінки і розподільні диски виготовлені з нержавіючої високоякісної сталі, що дає змогу висівати або вносити матеріали різної щільності. Плавне регулювання ширини та кількості

розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹⁴¹ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹⁴² Посівні модулі компанії AMAZONE. URL: <http://www.amazone.ru/4925.asp>.

⁹⁴³ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

посівного матеріалу здійснюється з місця водія після елементарних налаштувань⁹⁴⁴.



Рисунок 2.48 – Висівний модуль на ґрунтообробному агрегаті EINBOCK Grass-Star⁹⁴⁵



Рисунок 2.49 – Висівний модуль Lehner SuperVario 170⁹⁴⁶

Висівний модуль фірми UNIA ETA 200 (рис. 2.50) має пневматичний привід, вал для висіву як дрібного, так і великого насіння.

⁹⁴⁴ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹⁴⁵ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹⁴⁶ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

Рівномірний розподіл посівного матеріалу здійснюється за допомогою восьми розсіювачів.

Висівний модуль TURBO-JET SUPER фірми «TECHNIK-PLUS» (рис. 2.51) має такі можливості:

- пневматичними сівалками керують через монітор;



Рисунок 2.50 – Висівний модуль UNIA ETA 200⁹⁴⁷

- легко встановлюються на будь-який ґрунтообробний агрегат;
- привід турбіни — електричний або гідравлічний;
- пневматичні сівалки можуть агрегатуватися з новими чи старими моделями тракторів;
- сівалка проводить суцільний або рядовий висів;
- величезний вибір об'єму бункера: 130/200/300/400/500/800/1200/2000/3500 літрів, залежно від моделі сівалки.



Рисунок 2.51 – Висівний модуль TECHNIK-PLUS TURBO-JET SUPER на ґрунтообробн.ому агрегаті HORSCH⁹⁴⁸.

⁹⁴⁷ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

Висівний апарат AGRO–MASZ SP–200 (рис.) призначений для сівби покривних культур і трав'яних насаджень. Бункер об'ємом 200 л – легко доступний, завдяки паралелограмному механізму, тчо дозволяє швидко опустити його до самої землі. Робоча ширина ґрунтообробних агрегатів може бути від 2 до 6 метрів. Після дозування посівний матеріал по шлангах подається до розподільчих тарілок і звідти, безпосередньо перед або за котком ґрунтообробного знаряддя, розсіюється.



Рисунок 2.52 – Висівний апарат AGRO MASZ SP–200⁹⁴⁹

Однодисковий розкидач фірми APV ES 100 Ml Classic (рис. 2.53) ідеально підходить для внесення проміжних культур, трав, підсівних культур, засобів проти равликів і аналогічних гранул. Керуючий модуль дає змогу регулювати ширину захвату з сидіння водія залежно від потреб. Густиоту висіву можна швидко і просто змінювати дозувальної заслінки на агрегаті.



Рисунок 2.53 – Розкидач APV ES 100 Ml Classic⁹⁵⁰

⁹⁴⁸ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹⁴⁹ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

Пневматичний висівний пристрій фірми APV PS 120 MI (рис. 2.54) працює за таким принципом роботи: через висівний вал з електроприводом посівний матеріал потрапляє в повітряний канал, де він під впливом повітродувки з електричним або гідравлічним приводом, або приводом від ВВП з пластикових шлангів переноситься до відбійних щитків, які рівномірно розподіляють його поблизу ґрунту. Це дозволяє точно вносити посівний матеріал навіть під час вітру.



Рисунок 2.54 – Пневматичний висівний пристрій PS 120 MI⁹⁵¹

Основними особливостями запропонованого УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого модуля для сівби сидератів є⁹⁵²:

- проста технологічна схема;
- можливість установки практично на будь-який ґрунтообробний агрегат;
- використання як для сівби різного виду насіння, так і для внесення мікродобрив;
- можливість встановлення на посівні комплекси для одночасного внесення мікродобрив разом із основною сівбою за одну технологічну операцію.

⁹⁵⁰ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹⁵¹ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹⁵² Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

Принцип роботи модуля для сівби сидератів схематично показаний на рисунках 2.55–2.56.

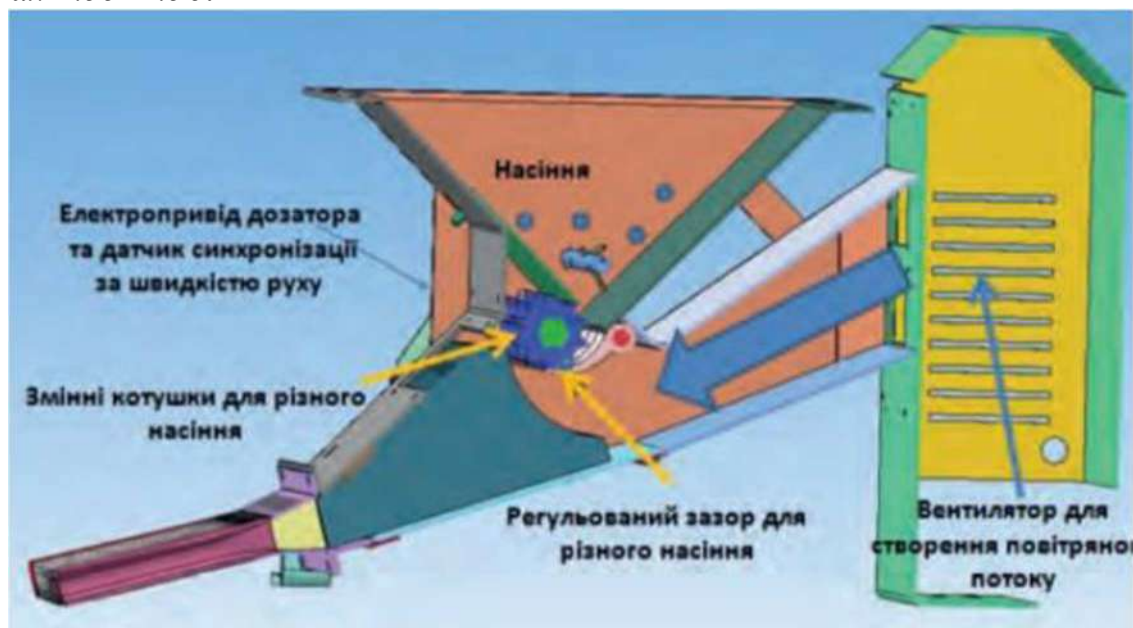


Рисунок 2.55 – Технологічна схема модуля сівби сидератів для ґрунтообробного агрегата⁹⁵³

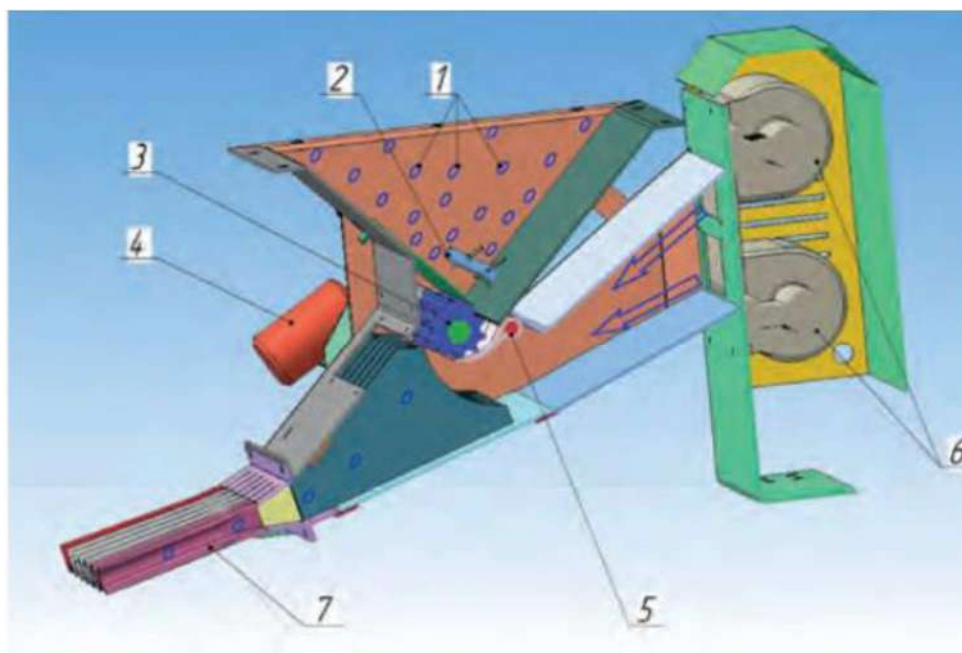


Рисунок 2.56 – Розміщення елементів конструкції модуля сівби сидератів для ґрунтообробного агрегата⁹⁵⁴

⁹⁵³ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹⁵⁴ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

Насіння у бункері 1 постійно переміщується мішалкою 2 для забезпечення рівномірного надходження його до дозувальної котушки 3. Необхідну швидкість обертання котушки забезпечує електродвигун із редуктором 4. До котушки прилягає пластикова лопатка 5, яка має можливість відхилитися, змінюючи цим самим величину проміжку для проходження насіння. Після дозування посівний матеріал подається повітряним потоком, який створюють два вентилятори 6, через металеві трубки 7 до гнучких шлангів. Зі шлангів посівний матеріал розсіюється розподільчими тарілками безпосередньо перед котком ґрунтообробного знаряддя.

Основні характеристики модуля для сівби сидератів для ґрунтообробного агрегата:

- дозувальний апарат з 12-ма виходами діаметром 30 мм;
- пластмасовий бункер об'ємом 400 літрів із гравірованою шкалою та герметичною кришкою з замком;
- висівний вал з електроприводом потужністю 70 Вт та швидкістю обертання від 10 до 70 об/хв. з можливістю плавного регулювання;
- для забезпечення необхідного повітряного потоку для транспортування насіннєвого матеріалу використовуються дві здвоєні турбіни по 220 Вт максимальної потужності кожна. Сумарна продуктивність двох турбін становить 3000 м³/год.;
- габарити модуля, мм: 1250 x 690 x 1410;
- маса з порожнім бункером 141 кг.

Розроблений модуль⁹⁵⁵ (рис. 2.57–2.59) для сівби сидератів та внесення мікродобрив може задовольняти потреби як малих, так і середніх фермерських господарств. На спрощеній моделі рами ґрунтообробного агрегата 1 закріплена опорна металева конструкція 2 для монтажу на ній висівного модуля 3. Зверху до модуля приєднаний бункер для насіння 4. Знизу – через гнучкі армовані шланги 5 з'єднаний із розсіювальними тарілками 6 (рис. 2.57).

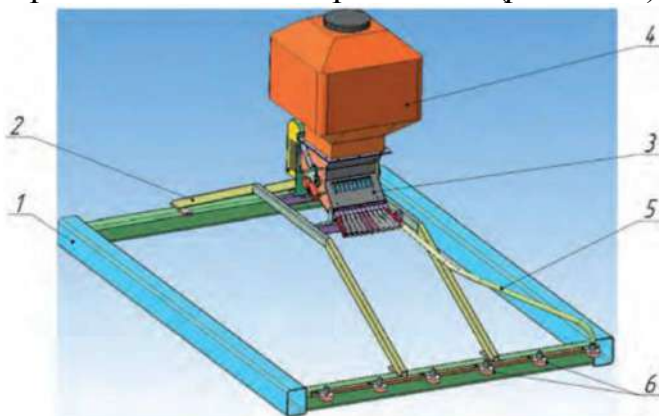
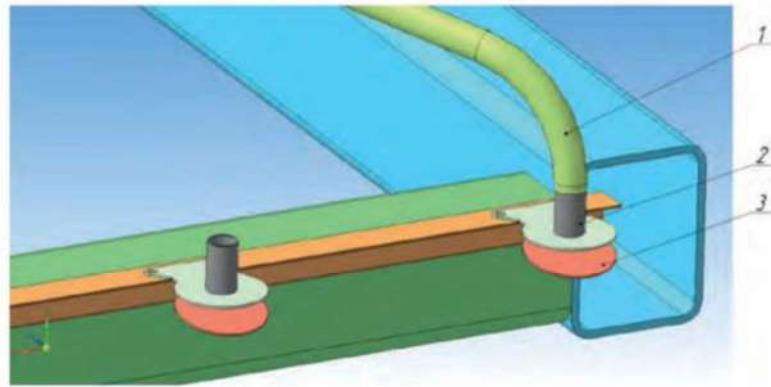


Рисунок 2.57 – Загальний вигляд 3Д-моделі модуля для сівби сидератів⁹⁵⁶

⁹⁵⁵ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹⁵⁶ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти



1 – насіннепровід; 2 – верхня пластина для монтажу насіннепроводу та подачі насіння; 3 – нижня розсіювальна пластина

Рисунок 2.58 – Розсіювальний пристрій модуля для сівби сидератів⁹⁵⁷

Внутрішня будова модуля показана на *рисунку*. Для попереднього грубого налаштування продуктивності висіву використовується шибер 1. Він визначає величину проходу насінневого матеріалу між баком та дозувальним пристроєм модуля. Насінневий матеріал постійно перемішується механічною мішалкою 2. Залежно від величини насіння чи гранул мікродобрив підбирається розмір сот на змінній котушці 3 та виставляється необхідний проміжок між котушкою та пластиковою лопаткою 4. Повітряний потік створюють електричні турбіни 5, які подають насіння до вихідних патрубків 6.

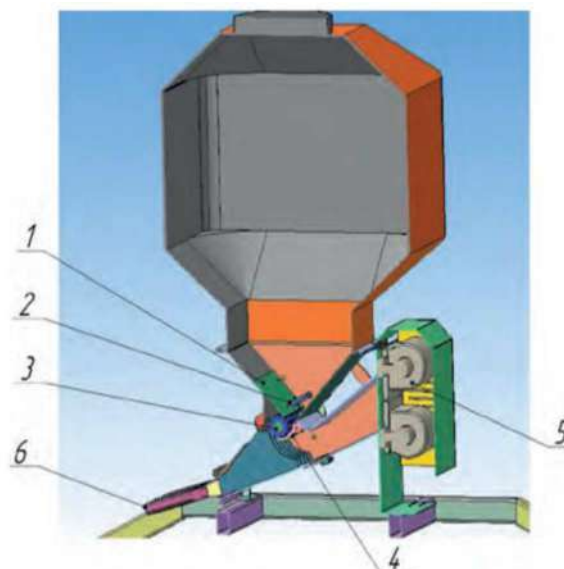


Рисунок 2.59 – Розріз 3Д-моделі модуля для сівби сидератів⁹⁵⁸

розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹⁵⁷ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

Для повного очищення модуля від залишків насіння та забезпечення вільного доступу до внутрішніх змінних деталей знизу передбачений люк 1 (рис. 2.60).

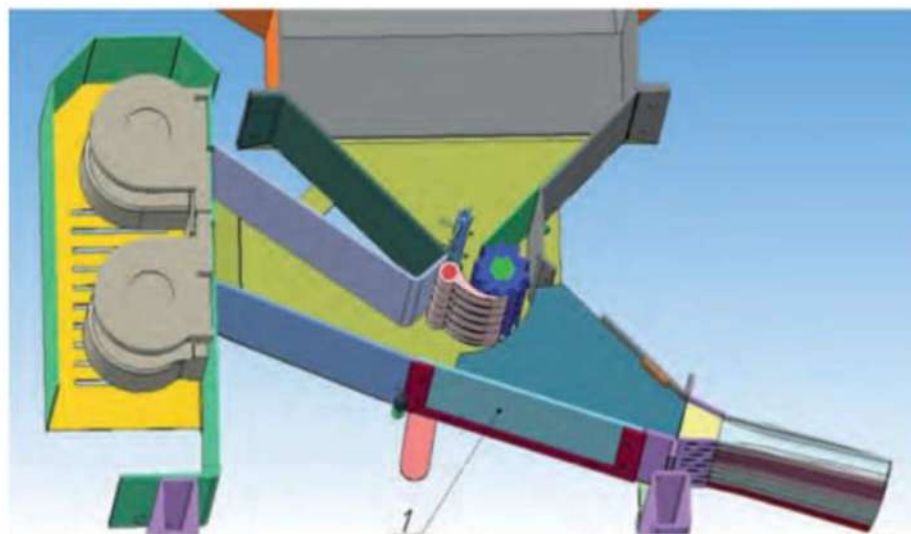


Рисунок 2.60 – Вид знизу розрізу 3Д-моделі модуля для сівби сидератів⁹⁵⁹

На підставі запропонованих технологічних рішень стосовно посівних модулів для висіву сидератів автором дослідження зроблено висновки, що розроблена концептуальна схема модуля для сівби сидератів має такі особливості:

- проста технологічна схема;
- можливість установки практично на будь-який ґрунтообробний агрегат;
- використання як для сівби різного виду насіння, так і для внесення мікродобрив;
- можливість встановлення на посівні комплекси для одночасного внесення мікродобрив разом із основною сівбою за одну технологічну операцію.

Особливості удобрення сидератів. Слід зазначити, що сидерати та їх суміші повинні бути добре удобрені саме тоді вони наближаються за своїм впливом на ґрунтову родючість до багаторічних трав і сприяють кращому пригніченню сегетальної рослинності⁹⁶⁰.

⁹⁵⁸ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹⁵⁹ Іваненко І. Розроблення концептуальної схеми та обґрунтування складу елементної бази модуля сівби сидератів для ґрунтообробних знарядь. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2019. Випуск 24(38). С. 100-112.

⁹⁶⁰ Методические рекомендации по использованию сидеральных культур с целью сохранения почвенного плодородия. В. Д. Абашев и др. / под общей ред. Л. М. Козловой. Киров, 2009. 55 с.

Вирощування культур на сидерат без мінеральних добрив значно знижує ефективність сидерації через низький врожай біомаси⁹⁶¹.

Для отримання достатньої кількості сидеральної маси (15–20 т/га і більше) необхідно внести під їх посів 60–90 кг/га д. р. азотних, фосфорних і калійних добрив^{962 963}.

При цьому рекомендується і під бобові сидерати застосовувати азотні добрива.

Водночас немає єдиної думки про доцільність внесення підвищених і навіть звичайних норм мінеральних азотних добрив під бобові, зокрема, під вику яру, буркун та ін. Вважається, що навіть невеликі дози добрив (N_{40-60}) пригнічують діяльність бульбочкових бактерій. Зрозуміло й те, що високих врожаїв лише за рахунок азотфіксації не можна досягти⁹⁶⁴. За повідомленням Л. П. Музики⁹⁶⁵, при вирощуванні на сидерацію рослин родини капустяних з внесенням N_{60} у їх зеленій масі накопичується 366 42 азоту 195 кг/га, P_2O_5 – 67, K_2O – 247 і CaO – 242 кг/га.

За вирощування сидератів без внесення добрив ці показники на 21–27 % нижчі. У дослідженнях В. М. Польового⁹⁶⁶ мінеральна система удобрення з внесенням під однорічні трави $N_{60}P_{60}K_{60}$ зумовила врожайність зеленої маси на рівні 33,4 т/га, що в 2,2 рази більше, ніж у варіанті досліду без удобрення. Поєднання органічних і мінеральних добрив покращує умови живлення рослин і підвищує їх продуктивність⁹⁶⁷.

Система удобрення під сидерат зумовлюється попередником і видом культури на зелене добриво. Якщо сидератом є зернобобові культури, то добрив взагалі не вносять або вносять лише фосфорні і калійні, призначені для основної культури. При цьому можна використовувати, особливо за вирощування люпинів, низьковідсоткові й важкорозчинні фосфорні і калійні туки. При вирощуванні на зелене добриво культур родини тонконогових, а

⁹⁶¹ Седіло Г. М. Удосконалення систем удобрення сільськогосподарських культур у сучасних умовах. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2007. Вип. 49. С. 3–7.

⁹⁶² Новиков М. Н., Тамонов А. М., Фролова Л. Д., Ермакова Л. И. Сидераты в земледелии Нечерноземной зоны. Агротехнический вестник. 2013. № 4. С. 20–26.

⁹⁶³ Демиденко О. В., Шаповал І. С. Рекомендації по застосуванню посівів на сидерати та самосидерація в сучасних сівозмінах. Черкаси: Черкаська ДСДС, 2012. 19 с.

⁹⁶⁴ Зінченко О. І., Алексеева О. С., Приходько П. М. [та ін.] Біологічне рослинництво: Навч. посібник / за ред. О. І. Зінченко. Київ: Вища школа, 1996. 239 с.

⁹⁶⁵ Музика Л. П., Гармаш Т. І., Несін І. В. Ресурсоощадна технологія вирощування буряку столового за альтернативної системи удобрення. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2012. № 2. С. 68–74.

⁹⁶⁶ Польовий В. М. Ефективність біологізації системи удобрення в умовах Західного Лісостепу. Агроекологічний журнал. 2005. №4. С. 26–28.

⁹⁶⁷ . Лифаненкова Т. П. Регулирование плодородия орошаемого чернозёма обыкновенного при использовании биологических ресурсов. Системы использования органических удобрений и возобновляемых ресурсов в ландшафтном земледелии : сб. докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию Судогодского опытного поля. Владимир: ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, 2013. Т. 1. С. 159–169

також за розміщення їх після стерньових попередників доцільно третину чи половину норми азоту, призначеної для основної культури, внести під сидерати. Це підтверджено при вирощуванні картоплі, коли фосфорні та калійні добрива і половину норми азотних було внесено під сидерат. Біомаса сидерату в такому випадку збільшується вдвічі, зникає загроза накопичення нітратів у бульбах, рослини картоплі засвоюють поживні речовини пролонговано після мінералізації зеленого добрива⁹⁶⁸.

Внесення сидератів у чистому вигляді (без додавання мінерального азоту чи рідких органічних добрив) може навіть знизити врожайність першої культури через іммобілізацію мікрофлорою ґрунтових запасів азоту та зв'язування його на певний час у недоступні для рослин форми. Також іммобілізація азоту добрив у ґрунті різко збільшується за внесення у ґрунт рослинних решток з низьким вмістом азоту. Тому в системі удобрення обов'язково треба передбачати додавання до подрібненої маси не менш ніж 10 кг/т мінерального азоту або 6–8 т рідкого гною, гноївки, рідкого пташиного посліду⁹⁶⁹. Також варто зауважити, що чим менше міститься азоту в фітомасі, тим більша його іммобілізація з ґрунтового азоту. Тобто, мікроорганізми надають більшу перевагу азоту рослинного матеріалу, і за низькому вмісті азоту в рослинних рештках вони змушені використовувати ґрунтовий азот⁹⁷⁰.

Вика яра є високоякісним попередником завдяки здатності накопичувати у ґрунті за до 80–100 кг/га біологічного азоту, а також залишати після себе в ґрунті велику кількість органічної маси⁹⁷¹.

Необхідність внесення мінеральних добрив безпосередньо під вику виникає на малородючих ґрунтах. На родючих ґрунтах після удобрення попередників можна обмежитися передпосівною обробкою насіння молібденом і внесенням у рядки під час сівби гранульованого суперфосфату в дозі 10 кг/га д. р. У разі розміщення на малородючих ґрунтах уносять фосфорні та калійні добрива⁹⁷².

Водночас, наростання великої фітомаси вики ярої досягається за внесення невеликої стартової дози азотних добрив при сівбі. Залежно від удобрення врожайність зеленої маси може змінюватися від 18,0 до 36,0 т/га⁹⁷³.

⁹⁶⁸ Носенко Ю. Сидерати: зелена альтернатива. Агробізнес сьогодні. 2011. № 12. С. 24–27.

⁹⁶⁹ Носко Б. С. Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агроєкосистемах. Харків: «Міськдрук», 2013. 130 с.

⁹⁷⁰ Накопление азота в микробной биомассе серой лесной почвы при разложении растительных остатков / Т. В. Кузнецова и др. Агрохимия. 2003. № 10. С. 3–12.

⁹⁷¹ Аралов В. І., Аралов О. В., Аралова Т. С., Гуменка Н. І. Селекція вики посівної в умовах Правобережного Лісостепу України. Посібник українського хлібороба: Зернові та бобові кормові культури в контексті відновлення агроценозів. 2013. Т. 2. С. 145–145.

⁹⁷² Клиша А., Кулініч О. Вика яра (горошок). The Ukrainian Farmer. 2013. № 6 (46). С. 66.

⁹⁷³ Сидераты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С. И. Коржов, В. В. Верзилин, Н. Н. Королев; под ред. С. И. Коржова. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

Гречка внаслідок недостатньо розвиненої кореневої системи і високої вимогливості до поживних речовин добре реагує на удобрення. Засвоєння елементів живлення рослинами гречки проходить нерівномірно, так у фазу бутонізації співвідношення між $N : P_2O_5 : K_2O$ в рослинах становить 2,4 : 1 : 4,6⁹⁷⁴. Після гречки ґрунт рихлий, чистий від бур'янів, що позитивно впливає на врожай озимих та інших культур⁹⁷⁵.

У ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області перший урожай біомаси гречки дискують у фазу перших стиглих плодів. Зароблені плоди проростають і у фазу «цвітіння–утворення перших стиглих плодів у рослин» проводиться повторне дискування. За достатнього зволоження формується й третій урожай зеленої маси гречки, який також використовують як сидерат. Завдяки такій технології в ґрунт надходить в близько 65 т біомаси, в якій накопичується 200 кг азоту, 135 – P_2O_5 та 305 кг K_2O ⁹⁷⁶.

За використання на сидерацію рослин родини Капустяних слід мати на увазі, що біомаса редьки олійної, ріпаку, свірюпи та інших культур суттєво залежить від наявності в ґрунті азоту та рівня ґрунтової родючості. За низьких запасів азоту і на бідних ґрунтах такі сидерати малоефективні⁹⁷⁷.

Застосування гірчичних сидератів дає можливість компенсувати значну частину в біологічних формах мінеральних фосфорних і калійних добрив, а найголовніше – підвищує урожай та якість вирощеної продукції. Потужні стрижневі корені гірчиці добре дрениують ґрунт, пронизуючи його на глибину до 160 см і більше. Гірчиця біла накопичує до 30,0 т/га фітомаси. Її висівають в ранні строки, а заробляють у ґрунт у фазі «бутонізація–початок цвітіння»⁹⁷⁸. Під гірчицю білу, коренева система якої характеризується високою засвоюваною здатністю, доцільно вносити фосфорне борошно. Норма внесення добрив – $N_{45-90}P_{40-60}K_{40-60}$ ⁹⁷⁹.

Ґрунтове вивчення ефективних моделей удобрення сидератів проведено Лисянським О.Л.⁹⁸⁰ Експериментальну частину роботи з вивчення ефективності внесення різних доз і видів мінеральних добрив під сидеральні пару проводили у короткотерміновому досліді. На зелене добриво висівали буркун білий однорічний сорту “Донецький однорічний” з нормою висіву насіння 20 кг/га,

⁹⁷⁴ Грищенко Р. Є., Любич О. Г. Вміст макроелементів у рослинах гречки в різні періоди онтогенезу. Зб. наук. праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”. 2012. Вип. 1–2. С. 94–98.

⁹⁷⁵ Тараненко Л. Гречиха в летних посевах. *Зерно*. 2013. № 5. С. 52–53.

⁹⁷⁶ Еколого-економічна ефективність використання сидератів / В. В. Писаренко та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 122–126.

⁹⁷⁷ Синельник Л. Сидеральные культуры и современное земледелие. *Зерно*. 2007. № 11. С. 23–30.

⁹⁷⁸ Журавель В., Будилка А. Горчица черная – эмблема печали, горчица белая – эмблема любви. *Зерно*. 2013. № 4. С. 85–91.

⁹⁷⁹ Лихочвор В. В. Добривна альтернатива. *Зерно*. 2008. № 3. С. 62–70.

⁹⁸⁰ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук. 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

гірчицю білу “Ослава” – 20, редьку олійну “Журавка” – 20, вику яру “Єлізавета” – 150 та гречку “Антарія” – 150 кг/га. За контроль був чистий пар. Кожну культуру удобрювали за такою схемою:

- 1) без добрив – контроль;
- 2) N₄₀;
- 3) P₄₀K₄₀;
- 4) N₄₀K₄₀;
- 5) N₄₀P₄₀;
- 6) N₄₀P₄₀K₄₀;
- 7) N₈₀P₄₀K₄₀.

Такий вибір культур автором дослідження обґрунтовано належністю до різних біологічних груп і відповідно різним впливом на родючість ґрунту та врожайність наступних культур. Вони також дають можливість розширити сівозміну, збільшити її біорізноманіття та, за необхідності, розірвати зерновий ланцюг.

За результатами проведених досліджень автором зроблено наступні висновки (подається в оригіналі згідно^{981 982 983 984 985}):

Показано, що найкращим варіантом щодо коефіцієнта виживання рослин на зелене добриво є внесення N₄₀P₄₀ (коефіцієнт виживання – 0,810,87), густоти рослин при цьому вища на 1–5 %, ніж у варіанті без добрив.

З підвищенням урожайності сидератів маса кореневої системи сидератів збільшується, але частка їх у загальній біомасі знижується.

У контрольному варіанті без добрив співвідношення корневих решток до фітомаси складає 27–53 %, тоді як на тлі удобрення – 23–50 %.

До орного шару ґрунту за рахунок вирощування на сидерат рослин редьки олійної надходить 6,11 т/га, гірчиці білої – 5,37 т/га повітряно-сухої органічної маси⁹⁸⁶. Вика накопичує в надземній масі 5,6 т/га абсолютно сухої речовини, в

⁹⁸¹ Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Вплив видів і доз мінеральних добрив на врожай сидеральних культур у Правобережному Лісостепу. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2014. Вип. 86. Ч. 1: Агрономія. С. 13–17

⁹⁸² Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Рециркуляція біогенних елементів у ґрунті за різних сидератів та їх удобрення. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2016. Вип. 88. Ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 7–16

⁹⁸³ Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Формування органічної речовини сидератами залежно від удобрення та їх вплив на врожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2015. Вип. 58. Ч. II. С. 48–55.

⁹⁸⁴ Лисянський О. Л. Урожай біомаси сидеральних культур залежно від норм мінеральних добрив. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених, присвяченій 170-й річниці від дня заснування Уманського національного університету садівництва / Редкол.: О.О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. (м. Умань, 11–12 березня 2014 р.). Київ: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2014. С. 47–48.

⁹⁸⁵ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук. 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

⁹⁸⁶ Шувар І. Ріпак у сівозміні. Серія «Агрономія сьогодні». Збірник «Здоровя рослин: ріпак». 2015. № 2. С. 17–23.

корінні 2,4 т/га, або 30 % від загальної і 43 % від надземної маси⁹⁸⁷. Після буркуну білого кількість корневих і стерньових решток досягає 12,0 т/га сухої маси⁹⁸⁸.

В середньому за три роки досліджень найбільший приріст сухої речовини отримано за вирощування редьки олійної, буркуну білого та гречки на фоні N₈₀P₄₀K₄₀, відповідно – 1,84; 2,91 та 2,81 т/га або 22; 31 та 39 %, вики ярої і гірчиці білої на фоні N₄₀P₄₀K₄₀ – 2,56 та 3,17 т/га або 29 та 35 % більше порівняно з варіантом без внесення під них добрив (табл. 2.64).

Таблиця 2.64

Урожайність сухої речовини біомаси сидератів залежно від удобрення (2013–2015 рр.)⁹⁸⁹

Варіант удобрення (чинник А)	Сидерати (чинник В)				
	Буркун білий	Гірчиця біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
	урожайність сухої речовини, т/га				
Без добрив (контроль)	9,31	9,20	8,50	8,80	7,17
N ₄₀	10,16	9,38	8,94	9,95	7,66
P ₄₀ K ₄₀	10,53	10,13	9,01	10,79	8,04
N ₄₀ K ₄₀	10,13	10,44	8,91	10,13	8,39
N ₄₀ P ₄₀	11,42	11,60	9,70	11,27	9,45
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	11,76	12,37	10,20	11,36	9,52
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	12,22	12,13	10,34	11,30	9,98
HIP05	2013 р.	Чинник А – 0,21; В – 0,18; АВ – 0,48			
	2014 р.	Чинник А – 0,19; В – 0,16; АВ – 0,42			
	2015 р.	Чинник А – 0,24; В – 0,20; АВ – 0,54			

⁹⁸⁷ Cerbari V. Phyto-technology for Remediation of Chernozem in the South of Moldova. Soil as World Heritage. Ed. D. Dent, Springer Dordrecht Heidelberg. New York / London, 2013. P. 381–389.

⁹⁸⁸ Зінченко О. І., Алексеева О. С., Приходько П. М. [та ін.] Біологічне рослинництво: Навч. посібник / за ред. О. І. Зінченко. Київ: Вища школа, 1996. 239 с.

⁹⁸⁹ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук. 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

Отже, з підвищенням доз добрив загальний вихід сухої речовини зростає, у той час як частка її вмісту в біомасі зменшувалася. Це вказує на пряму залежність між дозою внесення мінеральних добрив та виходом сухої речовини ($R^2= 0,77-0,89$ залежно від сидерату), та обернену – за вмістом у фітомасі ($R^2=-0,54-0,79$) та підземній частині ($R^2=-0,48-0,85$).

Внесення мінеральних добрив під культури сидерального пару за надходженням органічної речовини у ґрунт еквівалентно гною в нормі 31–49 т/га. За вирощування на сидерат буркуну білого, або вики ярої можна обмежитися внесенням під них лише $N_{40}P_{40}$ або $N_{40}P_{40}K_{40}$ для забезпечення надходження 11–12 т/га органічної речовини.

Дослідженнями встановлено⁹⁹⁰, що удобрені культури сидерального пару за кількістю надходження органічної речовини в ґрунт прирівнюються до 40 т/га і більше гною. Це є науково–обґрунтованою нормою (один раз на 5 років) під культури суцільної сівби на полях комплексного інтенсивного окультурення чорнозему опідзоленого⁹⁹¹. Зокрема, для досягнення такого еквіваленту гною за вирощування буркуну білого та вики ярої достатньо внести лише азотні добрива в дозі 40 кг/га д. р. (табл 2.65).

Таблиця 2.65

Еквіваленти гною за надходженням у ґрунт сухої органічної речовини з біомасою сидератів залежно від удобрення та культури (2013–2015 рр.)⁹⁹²

Варіант удобрення	Буркун білий	Гірчиця біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
	еквіваленти гною, т/га				
Без добрив	37	37	34	35	29
N_{40}	41	38	36	40	31
$P_{40}K_{40}$	42	41	36	43	32
$N_{40}K_{40}$	41	42	35	41	34
$N_{40}P_{40}$	46	46	39	45	38
$N_{40}P_{40}K_{40}$	47	49	41	45	38
$N_{80}P_{40}K_{40}$	49	49	41	45	40

⁹⁹⁰ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук. 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

⁹⁹¹ Якість ґрунтів та стратегії удобрення / за ред. Д. Мельничука, Дж. Хофмана, М. Городнього. Київ : Арістей, 2004. 488 с.

⁹⁹² Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук. 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

Редька олійна та гречка характеризувалися меншим, накопиченням сухої речовини. Вони формували еквівалентну кількість органічної речовини лише за внесення максимальної дози мінеральних добрив ($N_{80}P_{40}K_{40}$).

Встановлено⁹⁹³, що зі збільшенням дози внесених добрив підвищується і накопичення елементів живлення в біомасі сидератів. Найбільше накопичується азоту та кальцію, дещо менше калію та значно менше фосфору. Біонакопичення макроелементів залежить, як від видових особливостей рослин, так і умов мінерального живлення сидератів.

Внесення мінеральних добрив дещо знижувало частку корневих решток у загальному зборі сухої речовини (табл. 2.66). Так, у контрольному варіанті частка корневих решток в урожаї сухої речовини складала 28,035,9 %, а за внесення різних видів і доз мінеральних добрив – 26,1–34,6 %.

Найбільше на цей показник впливало застосування повного мінерального добрива, найменше – внесення лише фосфорних і калійних добрив.

Таблиця 2.66

Частка корневих решток у загальній масі сухої речовини сидератів залежно від видів і доз мінеральних добрив (2013–2015 рр.)⁹⁹⁴

Варіант досліджу	Буркун	Гірчиця	Редька	Вика яра	Гречка
	білий	біла	олійна		
частка корневих решток, %					
Без добрив (контроль)	35,2	28,0	34,7	35,9	31,0
N_{40}	34,2	26,1	32,1	34,3	30,2
$P_{40}K_{40}$	34,6	29,1	33,5	33,7	31,9
$N_{40}K_{40}$	33,9	26,4	32,0	33,8	29,4
$N_{40}P_{40}$	33,2	28,1	33,3	32,0	30,2
$N_{40}P_{40}K_{40}$	33,1	28,9	33,2	32,6	30,6
$N_{80}P_{40}K_{40}$	32,8	27,7	32,1	32,8	30,5

⁹⁹³ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук. 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

⁹⁹⁴ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук. 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

Автором дослідження також встановлено тісну залежність ($R^2 = 0,88-0,96$) між урожаєм сухої речовини фітомаси (x) та підземної частини (y) рослин на сидератах. Цей зв'язок описувався такими регресійними рівняннями:

–для буркуну білого: $y = 23,201 \ln(x) - 62,537$; $R^2 = 0,92$;

–для гірчиці білої: $y = 63,673 \ln(x) - 138,730$; $R^2 = 0,88$;

–для редьки олійної: $y = 20,415 \ln(x) - 53,167$; $R^2 = 0,88$;

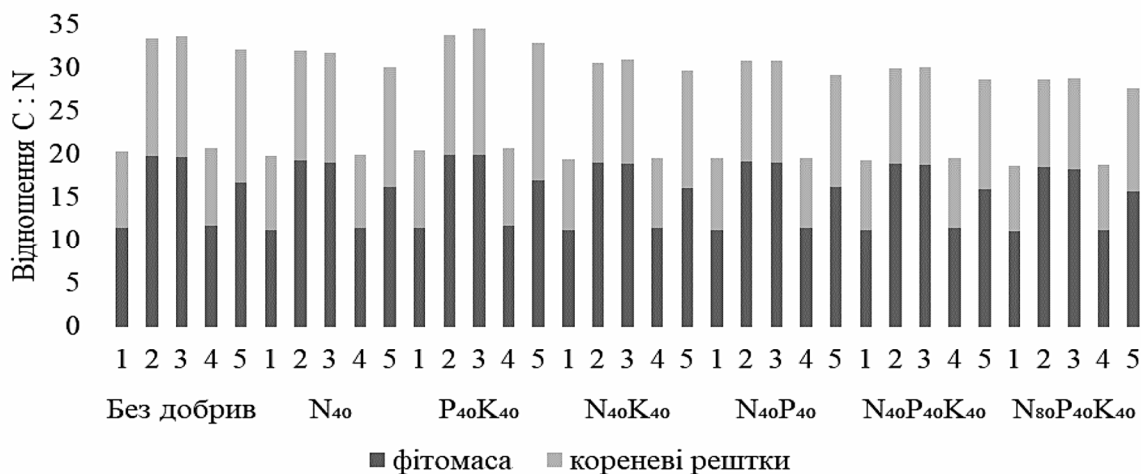
–для вики ярої: $y = 24,533 \ln(x) - 62,395$; $R^2 = 0,96$;

–для гречки: $y = 23,680 \ln(x) - 70,460$; $R^2 = 0,92$.

Отже, регулюванням мінерального живлення сидератів, особливо азотного, можна дієво впливати на уміст і накопичення в них сухої речовини.

Коефіцієнт використання елементів живлення сидератами з добрив змінюється залежно від видів та доз їх внесення. Застосування фосфорних і калійних добрив сприяє підвищенню коефіцієнтів використання азоту. Водночас підвищення дози азотних добрив до 80 кг/га д. р. на фоні $P_{40}K_{40}$ зменшує його порівняно із дозою 40 кг/га д. р. до 49–95 % залежно від культури. Коефіцієнт використання фосфору у варіанті $N_{40}P_{40}K_{40}$ становив від 28 % (редька олійна та вика) до 58 % (гречка), калію від 43 % (вика яра) до 70 % (гірчиця біла).

Для гуміфікації свіжої органічної речовини важливе значення має співвідношення в ній вуглецю до азоту⁹⁹⁵. Оптимальний режим трансформації рослинних решток у ґрунті проходить за співвідношення (C : N) 26–30 : 1⁹⁹⁶. Встановлено, що залежно від культур, органів сидератів та удобрення вуглецево–азотне співвідношення змінювалося від 11 до 35 (рис. 2.61).



1 – буркун білий; 2 – гірчиця біла; 3 – редька олійна; 4 – вика яра; 5 – гречка

Рисунок 2.61 – Відношення C : N у біомасі сидератів залежно від удобрення, 2013–2015 рр.⁹⁹⁷

⁹⁹⁵ Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості: посібник / Забалуєв В. О. та ін. / За ред. В. О. Забалуєва. К.: 2013. 312 с.

⁹⁹⁶ Іваніна В. В. Агрохімічні основи біологізації системи удобрення культур в сівозмінах Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д. с.-г. наук: 06.01.04. Харків, 2014. 44 с.

⁹⁹⁷ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук.

Отже, найвужче азотно–вуглецеве співвідношення було в фітомасі бобових культур – 11,1–11,8 та 18,8–20,7 у корневих рештках, а найширше в корневих рештках капустяних культур – 28,8–34,5 залежно від доз та видів мінеральних добрив. Інші вчені⁹⁹⁸ також вказують на широке співвідношення С : N залежно від виду рослин – від 13 до 33, за співвідношення С : N у гноєві 19–29⁹⁹⁹.

За умов чистого пару спостерігалось зниження гумусованості ґрунту, як в орному, так і підорному його шарах порівняно з сидеральними парами. Результати досліджень узгоджуються з даними інших учених^{1000 1001} та пояснюються тим, що органічна речовина сидератів упродовж першого року мінералізується на 60–80 %, перетворюється в гумус – 10–30 %, входить в біомасу мікроорганізмів 3–8 % і приблизно скільки ж залишається негуміфікованою¹⁰⁰² (рис.).

Встановлено, що під чистим паром в середньому мінералізується 1,67 т/га гумусу, тоді як трансформація біомаси різних сидератів дозволяла відновлювати його в кількості 1,15–2,05 т/га залежно від їх удобрення (рис. 2.62).

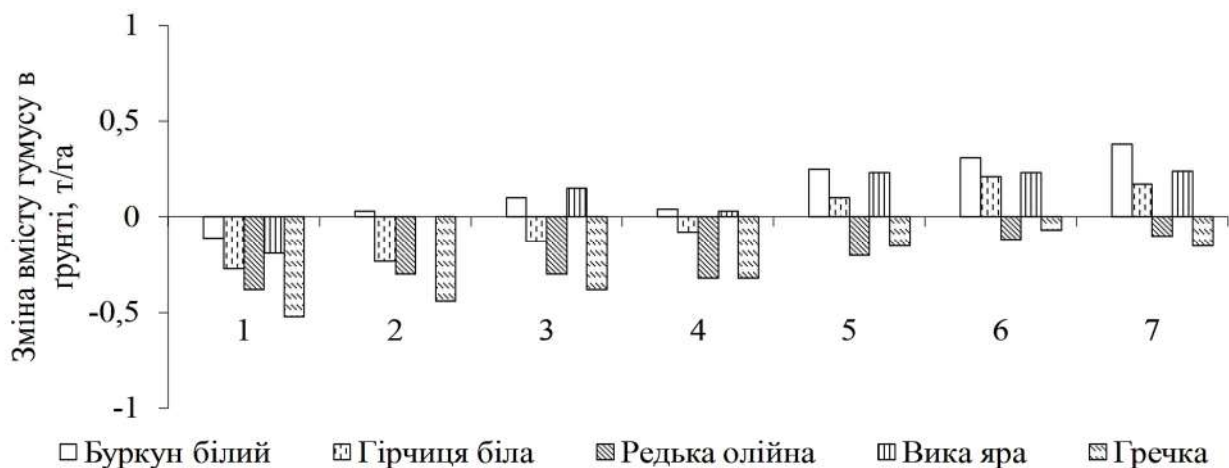


Рисунок 2.62 – Вплив удобрення сидератів на зміну вмісту гумусу в ґрунті (шар 0–40 см) порівняно з чистим паром (2013–2015 рр): 1) без добрив – контроль; 2) N₄₀; 3) P₄₀K₄₀; 4) N₄₀K₄₀; 5) N₄₀P₄₀; 6) N₄₀P₄₀K₄₀; 7) N₈₀P₄₀K₄₀¹⁰⁰³

06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

⁹⁹⁸ Talgre L., Lauringson E., Makke A., Lauk L. Biomassproduction and nutrient binding of catch crops. Zemdirbyste-Agriculture. 2011. V. 98. № 3. P. 251–258.

⁹⁹⁹ Reddy K. S., Mohanty M., Rao D. L. N. [and etc.] Nitrogen mineralization in a vertisol from organic manures, green manures and crop residues in relation to their quality. Agrochimica. 2008. № 11. V. 52. P. 377–388.

¹⁰⁰⁰ Лебедева Т. Б., Надежкін С. М., Корягин Ю. В. Зеленое удобрение и азотный режим чернозема выщелоченног. Вестник СГАУ им. Н. И. Вавилова. 2004. № 4. С. 24–27.

¹⁰⁰¹ Надежкін С. М., Корягин Ю. В., Лебедева Т. Б. Гумусное состояние чернозема выщелоченного при сидерации. Агрохимия. 1998. № 4. С. 29–34.

¹⁰⁰² Bucur N., Lixandru G. Principii fundamentale de Stiinta solului. Iasi: Dosoftei, 1997. P. 197.

¹⁰⁰³ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук.

Для балансових розрахунків запасів гумусу в ґрунті також використовують ізогумусові коефіцієнти – кількість гумусу, що утворюється в ґрунті з різних органічних матеріалів (відсоток на суху речовину). Для соломи такий коефіцієнт складає 10 %, коренів і кореневих шийок рослин – 18 %, гною – 20 – 40 %, а для молодих рослин і зелених добрив 0¹⁰⁰⁴. Для сидератів показник «0» може пояснюватися тим, що в їх складі відсутній лігнін, що має пряме відношення до процесу гуміфікації. Відомо, що лігнін досить стійкий до розкладання і близький за складом до гумусових речовин, та є основним джерелом ґрунтового гумусу¹⁰⁰⁵.

Однак встановлено¹⁰⁰⁶, що гумусові та гумусоподібні речовини можуть утворюватися з різних органічних решток навіть за низького вмісту в їх складі лігніну. Вміст лігніну в сухій масі сидератів складає 4–11 %, у гноєві 22 %¹⁰⁰⁷. Тому використання зелених добрив інтенсифікує процеси гуміфікації лише в перший рік досліджень. Потім мінералізаційні процеси переважають над новоутвореним гумусом і його втрати становлять в середньому 0,003 % за рік¹⁰⁰⁸. Тому при розрахунку балансу гумусу за методом ізогумусових коефіцієнтів не в рік заробки сидератів, а за довший проміжок часу, помилково може вважатися відсутність позитивної їх дії на гумусовий стан ґрунтів.

Результати досліджень¹⁰⁰⁹ показують, що ізогумусовий показник істотно не залежав від доз і видів добрив, а змінювався залежно від виду культур на зелене добриво (табл. 2.67).

При застосуванні в якості сидерату культур родини капустяних – гірчиці білої та редьки олійної ізогумусовий показник був на рівні 1,521,55 %, родини бобових – буркуну білого однорічного та вики ярої – 1,671,69 %, гречки – 1,52–1,60 % залежно від удобрення.

Встановлено, що коефіцієнт гуміфікації сирої сидеральної біомаси залежить від виду рослин на зелене добриво та їх удобрення (табл. 2.68).

06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

¹⁰⁰⁴ Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ: ТОВ «СІК ГРУПІ УКРАЇНА», 2015. 332 с

¹⁰⁰⁵ Vaksman S. A. Chemical and mikrobiological prineiples underlying the deso position of grch manure in the soil. Jour. of Amer. Sol. of tgron. 1929. Vol. 21. № 1. P. 24–29.

¹⁰⁰⁶ . Фокин А. Д. Почва, биосфера и жизнь на Земле. Москва: Наука, 1986. 176 с

¹⁰⁰⁷ Reddy K. S., Mohanty M., Rao D. L. N. [and etc.] Nitrogen mineralization in a vertisol from organic manures, green manures and crop residues in relation to their quality. Agrochimica. 2008. № 11. V. 52. P. 377–388.

¹⁰⁰⁸ Носко Б. С. Сторінки історії агрохімічних досліджень в Україні. Харків: ТОВ «Щедра садиба плюс», 2015. 292 с.

¹⁰⁰⁹ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук. 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

Ізогумусовий показник сидератів залежно від удобрення (2013–2015 рр.)
1010

Варіант досліджу	Ізогумусовий показник, %				
	Сидерат				
	Буркун білий	Гірчиця біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
Без добрив (контроль)	1,68	1,52	1,52	1,68	1,60
N ₄₀	1,67	1,54	1,53	1,68	1,61
P ₄₀ K ₄₀	1,68	1,52	1,52	1,69	1,60
N ₄₀ K ₄₀	1,69	1,52	1,55	1,68	1,61
N ₄₀ P ₄₀	1,68	1,53	1,52	1,69	1,61
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	1,68	1,52	1,52	1,67	1,68
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	1,68	1,52	1,52	1,69	1,52

На ділянках без добрив коефіцієнт гуміфікації біомаси редьки олійної становив 0,023, вики ярої – 0,027, гречки – 0,033, гірчиці білої – 0,035 та буркуну білого однорічного – 0,036. Внесення різних доз і видів мінеральних добрив зумовлювало зменшення коефіцієнта гуміфікації сидератів. Так, найнижчий показник гуміфікації виявлено у варіанті досліджу з внесення максимальної дози добрив (N₈₀P₄₀K₄₀) – 0,020–0,034 залежно від сидерату. Внесення лише фосфорних і калійних добрив (P₄₀K₄₀) істотно не впливало на цей показник. За даними інших учених¹⁰¹¹, коефіцієнт гуміфікації біомаси найбільше залежить від співвідношення C : N у біомасі та фази росту і розвитку сидератів.

Один із найважливіших показників екологічного стану та життєдіяльності ґрунту є його біологічна активність¹⁰¹². Інтегральним її показником є кількість виділеного вуглекислого газу, яка вказує на інтенсивність «дихання» ґрунту і трансформацію органічної речовини. Інтенсивність біологічної активності

¹⁰¹⁰ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук. 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

¹⁰¹¹ Gransted A., Baeckström G. Studies of the preceding crop effect of ley in ecological agriculture. American J. of Alternative Agriculture. 2000. V. 15. Iss. 02.P. 68–78.

¹⁰¹² Приемы основной обработки и биологическая активность серой лесной почвы / М. К. Зинченко и др. Земледелие. 2011. № 8. С. 25–27.

грунту за показником виділення вуглекислого газу залежить від типу ґрунту, вологості, температури, а також наявності органічної речовини та співвідношення вуглецю до азоту¹⁰¹³. Продукування вуглекислого газу є кількісною характеристикою мінералізації органічних добрив¹⁰¹⁴.

Таблиця 2.68

Коефіцієнт гуміфікації біомаси сидератів залежно від видових особливостей рослин та фону живлення, 2013–2015 рр.¹⁰¹⁵

Варіант досліджу	Сидерат				
	Буркун білий	Гірчиця біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
Без добрив (контроль)	0,036	0,035	0,023	0,027	0,033
N ₄₀	0,035	0,031	0,022	0,026	0,031
P ₄₀ K ₄₀	0,036	0,033	0,022	0,027	0,032
N ₄₀ K ₄₀	0,035	0,031	0,022	0,026	0,030
N ₄₀ P ₄₀	0,035	0,032	0,021	0,026	0,031
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	0,035	0,031	0,021	0,026	0,029
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	0,034	0,028	0,020	0,025	0,026
2013 р.	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002
НІР ₀₅ 2014 р.	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002
2015 р.	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Встановлено, що найістотніше на інтенсивність дихання ґрунту впливав вид культури на зелене добриво (табл.).

На контролі (без добрив) найбільша емісія С–СО₂ з ґрунту, не залежно від удобрення, спостерігається при зароблянні сидеральної маси вики ярої та буркуну білого, відповідно 544 і 555 мг/(м² • год). Це пояснюється тим, що біомаса цих рослин, порівняно з іншими досліджуваними культурами, містить

¹⁰¹³ Трембіцька О. І. Біологічна активність ґрунту в залежності від систем добрив в короткоротаційній сівоzmіні. Вісник Житомирського національного агроecологічного університету. 2011. № 1 (28). С. 441–449

¹⁰¹⁴ Надежкін С. М., Корягін Ю. В., Лебедева Т. Б. Гумусное состояние чернозема выщелоченного при сидерации. Агрoхимия. 1998. № 4. С. 29–34.

¹⁰¹⁵ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук. 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

вищий вміст азотних сполук, тому повніше споживається ґрунтовими мікроорганізмами та інтенсивніше піддається процесам мінералізації. Найменша емісія С–СО₂ з ґрунту була на неудобреному сидеральному парі з гречкою – 489 мг/(м² • год).

Внесення мінеральних добрив підвищувало кількість емісії С–СО₂. Застосування лише азотних (N₄₀) та сумісного фосфорних і калійних добрив (P₄₀K₄₀) зумовлювало приблизно однакове збільшення інтенсивності дихання ґрунту після буркунового пару на 4 %, гірчичного – 5–6, редькового – 5, викового та гречаного – на 3–4 % до контролю. За повного мінерального добрива (N₄₀P₄₀K₄₀) емісія С–СО₂ істотно зростала. Варіант досліду з подвійною дозою азотних добрив на фосфорно–калійному фоні (N₈₀P₄₀K₄₀) в середньому за три роки забезпечив найінтенсивніше виділення вуглекислого газу при зароблянні рослинної маси: буркуну білого – на 11 %, гірчиці білої – 16, редьки олійної – 14, вики ярої – 12, гречки – на 15 %.

Таблиця 2.69

Вплив удобрення сидератів на виділення С–СО₂ з ґрунту через два місяці після їх заробляння (2013–2015 рр.)¹⁰¹⁶

Удобренья (чинник А)	Сидеральний пар (чинник В)				
	Буркун білий	Гірчица біла	Редька олійна	Вика яра	Гречка
	виділення С–СО ₂ з ґрунту, мг/(м • год)				
Без добрив (контроль)	555	513	499	544	489
N ₄₀	576	539	525	571	507
P ₄₀ K ₄₀	578	541	526	582	504
N ₄₀ K ₄₀	583	556	531	590	528
N ₄₀ P ₄₀	596	564	537	601	536
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	605	573	552	604	550
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	616	596	570	611	561
2013 р.	А – 13; В – 11; АВ – 29				
НІР ₀₅ 2014 р.	А – 18; В – 15; АВ – 39				
2015 р.	А – 14; В – 12; АВ – 31				

Продукування вуглекислого газу на фоні чистого пару було в 1,9–2,3 рази меншим, ніж після удобрених сидератів. Це підтверджує результати досліджень інших учених¹⁰¹⁷.

¹⁰¹⁶ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук. 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

Отже, внесення мінеральних добрив під сидерати сприяє підвищенню емісії С–СО₂. Найбільший вплив на цей показник має азотна складова повного мінерального добрива. Підвищення дози внесення азотних добрив до 80 кг/га д. р. було ефективним під гірчицю білу, редьку олійну та гречку. Під усі сидеральні культури найменш ефективним було внесення калійних добрив. При вирощуванні на сидерат буркуну білого або вики ярої можна обійтися внесенням лише N₄₀P₄₀, У такому випадку буде збільшення на 1011 % емісії С–СО₂ порівняно із сидерацією без застосування мінеральних добрив.

Додатково автором дослідження встановлено^{1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027}.

Встановлено, що азотно-вуглецеве співвідношення у фітомасі бобових культур складає 11,1–11,8 та 18,8–20,7 в кореневих рештках і є найширшим у кореневих рештках капустяних культур – 28,8–34,5 залежно від доз та видів мінеральних добрив.

¹⁰¹⁷ Влияние биологических и химических факторов на урожайность яровой пшеницы / В. В. Ивенин и др. Земледелие. 2010. № 7. С. 36–37.

¹⁰¹⁸ Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Вміст поживних речовин у ґрунті після удобрення сидеральних парів. Агрохімія і ґрунтознавство. 2016. Вип. 85. С. 65–70

¹⁰¹⁹ Господаренко Г. Н., Лысянский А. Л. Влияние удобрения сидератов на интенсивность эмиссии С–СО₂ на черноземе оподзоленном. Агротехнологии XXI века: Мат. Всероссийской науч.-практ. конф. с межд. участием, посвященной 85-летию основания Пермской ГСХА и 150-летию со дня рождения академика Д. Н. Прянишникова (г. Пермь, 11–13 ноября 2015 г.). Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015. Ч. 1. С. 31–35.

¹⁰²⁰ Спосіб визначення компенсувальної дози азоту при застосуванні на добриво рослинних решток : пат. 104798 Україна, МПК А01С 21/00. № u 2015 05461 ; заявл. 03.06.2015; опубл. 25.02.2016, Бюл. № 4.

¹⁰²¹ Hospodarenko G. M., Lysianskyi O. L. Changes in organic part of the soil and acid-base balance depending on green manure fertilization in podzolized chernozem. Agricultural Science and Practice. 2016. № 2. P. 11–18.

¹⁰²² Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Вплив сидеральних парів на врожай пшениці озимої на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених (м. Херсон, 24 квітня 2015 р.). Херсон: ІЗЗ, 2015. С. 29–31.

¹⁰²³ Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Алелопатичний вплив сидеральних культур на пшеницю озим. Вісник Житомирського агроєкологічного університету. 2015. № 2 (50). Т. 1. С. 190–198.

¹⁰²⁴ Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Ефективність використання вологи різноудобреними сидеральними парами. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2015. Вип. 2 (85). Т. 1. С. 13–21.

¹⁰²⁵ Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Рециркуляція біогенних елементів у ґрунті за різних сидератів та їх удобрення. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2016. Вип. 88. Ч. 1. Сільськогосподарські науки. С. 7–16.

¹⁰²⁶ Господаренко Г. М., Лисянський О. Л. Формування органічної речовини сидератами залежно від удобрення та їх вплив на врожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2015. Вип. 58. Ч. II. С. 48–55.

¹⁰²⁷ Спосіб ресурсоощадного удобрення культур у ланці сидеральний пар–пшениця озима : пат. 105281 Україна, МПК А01С 21/00 G01N 33/24. № u 2015 09149; заявл. 23.09.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5.

Сидеральні пару не впливають на вміст гумусу в ґрунті. За умов чистого пару спостерігається зниження гумусованості ґрунту як в орному, так і підорному його шарах на 0,01–0,04 % порівняно з сидеральними парами.

Показано, що в ґрунті за чистого пару мінералізується 1,67 т/га гумусу, тоді як трансформація біомаси сидератів дозволяє відновлювати його в кількості 1,15–2,05 т/га залежно від їх удобрення.

З'ясовано, що при застосуванні в якості сидератів культур родини капустяних – гірчиці білої та редьки олійної ізогумусовий показник становить 1,52–1,55 %, родини бобових – буркуну білого однорічного та вики ярої – 1,67–1,69 %, гречки – 1,52–1,60 % залежно від удобрення.

Визначено коефіцієнт гуміфікації рослинної біомаси: редьки олійної – 0,023, вики ярої – 0,027, гречки – 0,033, гірчиці білої – 0,035 та буркуну білого однорічного – 0,036. Виявлено, що застосування під сидерати мінеральних добрив зумовлює зменшення коефіцієнта гуміфікації сидератів.

Визначено¹⁰²⁸, що вирощування сидератів на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому з внесенням мінеральних добрив порівняно з чистим паром покращує основні показники біологічної активності ґрунту.

Внесення мінеральних добрив на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому Правобережного Лісостепу під сидерати зумовлює висушування ґрунту в зв'язку із формуванням більшої біомаси, але сприяє підвищенню ефективності використання вологи на формування одиниці врожаю сухої речовини на 5–30 %. Використана сидератами ґрунтова волога повністю не поповнюється за рахунок атмосферних опадів на час сівби пшениці озимої у варіантах без добрив; N₄₀; P₄₀K₄₀; N₄₀K₄₀.

За сумісного внесення азотних і фосфорних (N₄₀P₄₀) та застосування одинарної і подвійної дози азотних добрив на фосфорно–калійному фоні (N₄₀P₄₀K₄₀ і N₈₀P₄₀K₄₀) спостерігається відновлення та часткове збільшення запасів доступної вологи порівняно із чистим паром.

На використання опадів та накопичення доступної вологи в ґрунті від заробки різноудобрених сидератів до сівби пшениці озимої найістотніше впливає внесення азотних добрив. Після сумісного внесення лише калійних і фосфорних добрив у ґрунті залишалась більша кількість доступної вологи, ніж за самих азотних, але за поєднання їх з азотними туками та внесення повного мінерального добрива забезпечується найбільше її накопичення.

Навіть за мінімальних доз мінеральних добрив (N₄₀ та P₄₀K₄₀) спостерігається збільшення запасів доступної вологи в ґрунті (на 9–20 та 11–21 мм) порівняно з варіантом без внесенням добрив.

Найбільше поглинання води одиницею сухої фітомаси встановлено в редьки олійної та гречки – 2,8–3,2 од., потім у порядку зниження, розміщуються вика яра, гірчиця біла та буркун білий.

¹⁰²⁸ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук. 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

У лабораторних умовах водні витяжки з фітомаси гірчиці білої, редьки олійної, вики ярої та гречки, знижуючи енергію проростання насіння, проявляють фітопротекторну (стимулюючу) дію на довжину і масу проростка пшениці озимої, з буркуну білого – алелопатичне пригнічення за всіма показниками. Токсичний чи стимулюючий вплив сидеральних парів на час сівби пшениці озимої в польових умовах не простежується. Перспективною подальших досліджень є вивчення можливостей використання водних витяжок з гірчиці білої, редьки олійної, вики ярої та гречки як природних стимуляторів росту рослин.

За характером впливу застосування сидератів під пшеницю озиму на тлі внесення мінеральних добрив є досить ефективним заходом, який підвищує масу 1000 зерен на 0,1–4,3 г.

Встановлено, що на склоподібність і натуру зерна перерозподіл мінеральних добрив в часі істотного впливу не має.

Розрахунок коефіцієнтів енергетичної ефективності показує¹⁰²⁹, що перенесення частини мінеральних добрив під сидерат є енергетично вигідним заходом, за виключенням варіанту внесення N₄₀ під гірчицю білу і редьку олійну та P₄₀K₄₀ під редьку олійну і відповідно N₄₀P₆₀K₆₀ та N₈₀P₂₀K₂₀ під пшеницю озиму.

Найнижча енергетична собівартість однієї тони зерна пшениці озимої (0,7) була за сидерації редькою олійною на тлі внесення під неї N₈₀P₄₀K₄₀.

За енергетичною ефективністю переважання сидерального пару над чистим спостерігалось вже за перенесення під сидерат мінімальної дози добрив (N₄₀).

Найбільш продуктивні варіанти сидерації. У Західній Європі проміжні культури (посіви) використовують у двох напрямках – як зелене добриво і на кормові цілі. У Німеччині на зелене добриво висівають близько 25 різних культур. Серед них бобові (конюшини – лучний, пасовищний, гібридний, інкарнатний, перський, олександрійський), зернобобові (люпини, сераделла, вика озима та посівна, кормові боби, горох польовий), злакові (райграси Уельський, німецький, гібридний, (ріпак ярий і озимий, редька олійна, гірчиця, сурепиця озима та яра), фацелія та тощо, райграсу однорічної та конюшини олександрійської (18 + 15 кг/га), пелюшки та кормових бобів (75 + 55 кг/га), вікі ярої, пелюшки та ріпаку (35 + 45 + 3 кг/га) та ін¹⁰³⁰.

У Польщі крім люпинів на зелене добриво заорюють горох, сераделлу, озиму віку та кінські боби, різні суміші бобових із соняшником, ріпаком, сурепцею та гірчицею.

¹⁰²⁹ Лисянський О. Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Дис. на здоб. кандидата с.-г. наук. 06.01.04 – агрохімія. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, 2017. 246 с.

¹⁰³⁰ Ганжар Н.Ф. Стан органічної речовини дерново-підземистих та чорноземних ґрунтів в умовах тривалого застосування добрив / Н.Ф. Ганжар. Р.Ф. Байбеков, В.В. Верзилін. Агрохімічний вісник. 2008. № 5. С.21-29.

У північно–західній частині Помор'я рекомендується використовувати озиму віку та кінські боби, а також конюшини та виразник. Висівають суміші вищеназваних бобових із соняшником та хрестоцвітими культурами.

В Англії застосовують на зелене добриво конюшини, хмелеподібну люцерну, райграс і хрестоцвіті культури. Департамент Британської Колумбії з сільського господарства рекомендує використовувати на зелене добриво луговий та інші конюшини, люцерну, боби, сою, горох, віку, жито, пшеницю, овес, гречку, всі злакові та хрестоцвіті культури, бобово–злакові суміші та тощо

У Чехії на виноградних плантаціях рекомендують використовувати суміші вікі, пшениці та озимого ріпаку, на плантаціях хмелю – гірчицю, фацелію та пелюшку. Для картоплярської зони економічно найбільш вигідними з сидератів визнані конюшина гібридна, пелюшка, вика і фацелія. У Болгарії пожнивно висівають на зелене добриво люпини, віку, кормовий горох та соняшник. Аналіз іноземної літератури показує, що у багатьох країнах світу для сидерації застосовують понад 35 різноманітних культур. При виборі культури для сидерації слід враховувати відмінності кліматичних, ґрунтових та економічних умов господарств та районів країни.

Особливу увагу слід приділяти насінню. Вартість насіння складає головну статтю витрат під час обробітку культур на зелене добриво. Чим менші витрати на виробництво насіння, тим більше можливості застосування того чи іншого сидерату. У цьому відношенні заслуговують на перевагу дрібнонасінні види бобових культур. Значний інтерес становлять і дрібнонасінні хрестоцвіті культури з коефіцієнтом розмноження 1:25 і навіть 1:90. Це означає, що в господарстві достатньо мати 1–2 га насінників ріпаку, гірчиці або інших дрібнонасінних культур, щоб забезпечити близько 45 – 95 га посівів пожнивних культур власним насінням¹⁰³¹.

Однак у цьому питанні слід виходити із реальних умов та можливостей. Коефіцієнт розмноження бобових значно нижчий, ніж хрестоцвітих, а отже, і вартість насіння бобових вища. Але треба враховувати, що під бобові сидерати азот вносити не слід, оскільки вони його самі накопичують, а ось під хрестоцвіті та злакові необхідно вносити не менше 55–85 кг/га в буд. мінерального азоту. У результаті собівартість однієї тонни зеленої маси як бобових, і хрестоцвітих і злакових культур може вирівнятися. Тому в кожному господарстві необхідно мати насіння та бобових та злакових культур для висіву на сидерацію.

Самостійні посіви сидератів у Білорусі нині не практикують. Вони можуть застосовуватися тільки при рекультивації земель, а також на землях вкрай низької родючості, при меліоративних роботах, пов'язаних з порушенням гумусового шару ґрунту (розкорчування дрібнолісся і дерев, що окремо стоять), а також замість чистих парів. В Україні чисті пару наприкінці 80–90-х років 20 ст. займали площу понад 22 млн. га. Вони, безумовно, є вирішальною ланкою

¹⁰³¹ Довбань К.І. Сидерати - біологічна основа природоохоронних технологій в інтенсивному землеробстві. Родючість ґрунту та якість продукції при біологізації землеробства. М., 1996. С. 127-137.

сівозміни в умовах сухих степів на богарних та інших ґрунтах з лімітованим випаданням опадів, забезпечуючи накопичення у ґрунті вологи та нітратного азоту, а також боротьбу з бур'янами. Однак аналіз літературних джерел показує, що чисті пару вводяться на великих площах навіть у районах достатнього зволоження, які часто не компенсують втрат врожаю одного року поля, що додає, додаванням врожаю зерна наступної озимої або ярої культури. Заміна в зонах достатнього зволоження чистого пару сидеральними сприятиме підвищенню родючості ґрунту, оздоровленню навколишнього середовища та отриманню з одиниці площі більшої кількості сільськогосподарської продукції, причому кращої якості¹⁰³².

У парових парах можна застосовувати найрізноманітніші сидерати: всі хрестоцвіті, фацелію, вузьколистий люпин, горох, пелюшку, отаву буркуну та інші багаторічні бобові трави, бобово-злакові суміші тощо. Обидві форми сидератів можуть використовуватися на зелене добриво повністю (запахується вся рослинна маса) або частково (перший укіс йде на корм худобі, а відросла отава – буркун, конюшина, люцерна, райграс та ін – запахується як зелене добриво). При цьому отавне зелене добриво можна вважати своєрідною формою сидерації полів. Ця форма зеленого добрива використовується під ранні ярі зернові та просапні культури весняної сівби.

Широке застосування землеробстві можуть отримати підсівні проміжні культури. Перевага їх полягає в тому, що без додаткових площ та витрат на обробіток ґрунту можна отримувати високі врожаї рослинної маси на зелене добриво, причому перший укіс використовувати на кормові цілі (буркун, райграс, вика волохата і тощо). Підсівні сидерати висіваються пізно восени під покрив зернових культур (багаторічний люпин, вика волохата) або напровесні під озиме жито (багаторічний люпин, буркуни білий і жовтий, райграс та ін) або під однорічні трави та їх суміші навесні (сераделла). Найбільш сприятливі умови для підсівних створюються під покривом культур, що рано прибираються, на зелений корм (озиме жито, однорічні бобово-злакові суміші, ярі колосові). Більш раннє збирання покривних культур створює кращі умови для підсівних, що отримують більше світла та вологи, а тривалий теплий післязбиральний період сприяє нарощуванню високих урожаїв культур, що вирощуються. Слід враховувати, що злакові підсівні культури (однорічний райграс та ін) більш стійкі під покривною культурою, ніж бобові (люпин багаторічний, буркун білий, сераделла, конюшини та тощо).

Необхідно також вживати заходів щодо недопущення вилягання зернових. При виляганні покривної культури, особливо колосових на зерно, підсівні культури сильно зріджуються і випадають (на 50% і більше, інколи ж і повністю). Для того щоб не допустити вилягання 12 покривних культур, доцільно зменшувати їхню норму висіву на 18–32 % і забезпечувати рівномірне внесення азотних добрив у підживлення. Зернові з підсівними культурами необхідно прибирати в першу чергу і на високому зрізі не нижче 13 см з негайним збиранням соломи.

¹⁰³² Довбан К.І. Зелене добриво. М.: Агропромиздат, 1990. 206 с.

На віддалених від тваринницьких ферм полях, де органічні добрива не вносяться, доцільно соломі у подрібненому вигляді залишати на полі у вигляді мульчі під підсівним сидератом, що росте. При цьому необхідно добиватися хорошого подрібнення та зруйнування соломи, щоб вона лягала рівномірно на всю ширину захвату збирального агрегату.

Рослинна маса підсівних сидератів запахується за кілька термінів¹⁰³³.

Перший термін – пізно восени під ранні ярі культури (сераделла, однорічний райграс). На легких піщаних і піщаних ґрунтах, а також на горбистих угіддях ці сидерати можна залишати з осені у вигляді мульчі, не запахаючи.

Навесні мульчу закладають дисковими культиваторами і висівають кукурудзу, силосні та інші культури.

Другий термін – у середині травня під гречку, просо та силосні (люпин багаторічний, вика озимина з житом та у чистому вигляді).

Третій термін – наприкінці травня під однорічні трави, що йдуть як попередник під озимі зернові, озимий ріпак та тощо (люпин багаторічний, вика озима та тощо). По незаораним з осені сидератам на полях узимку накопичується більше снігу, покращується водний режим ґрунту, до мінімуму знижується водна та вітрова ерозія. Особливого значення в умовах господарств надається поживним посівам, які, на відміну від поукісних, є виключно проміжними. Поукісні сидерати в основному можна розміщувати в північно–східних районах республіки, де період вегетації сільськогосподарських культур короткий і поживні посіви не встигають сформувати задовільну рослинну масу для добрива. Поукісні посіви розміщують на ділянках після збирання озимого жита на зелений корм або монокорм, після першого укосу багаторічних трав, після скошування однорічних бобово–злакових сумішей на кормові цілі та 13 інших культур, що прибираються на зелену масу, силос й сінаж.

Поукісні посіви нарощують надземну масу влітку та восени. У поукісних посівах можна використовувати всі культури, рекомендовані для поживних посівів. Рослинну масу бажано повністю заорювати пізно восени на добрива під ярі культури або перший укос (райграс та ін) використовувати на кормові цілі, а отаву – на добрива. Заслугує на увагу застосування поукісних сидератів за наступною технологією.

Під однорічні трави, що йдуть по запаному багаторічному люпину, підсівається райграс, який після збирання покривної культури використовує елементи живлення, що вивільняються в результаті мінералізації рослинної маси люпину, зокрема азот, швидко нарощує надземну масу і в кінці серпня досягає збиральної стиглості. Після збирання на кормові цілі райграс до середини жовтня дає хорошу отаву, яку краще заорати під ранні ярі культури. Таким чином заорюється 35–47 т/га рослинної маси багаторічного люпину, потім проводиться збирання врожаю однорічних трав, повноцінний укос райграсу на корм і далі отава запахується на зелене добриво, тобто можна

¹⁰³³ Довбан К.І. Зелене добриво. М.: Агропромиздат, 1990. 206 с.

отримати за рік два врожаї на корм худобі і двічі запахати рослинну масу на удобрення. Така технологія швидкого окультурення дерново–підзолистих ґрунтів та отримання високого врожаю кормових одиниць є прийнятною для будь–якого господарства різних областей України, а також для Чорноземної зони Степу.

Озимі сидерати (озиме жито, озимий ріпак, перко, озиме суріпиця та суміші, наприклад озиме жито з викою волохатою) висівають восени після збирання зернових та інших культур.

Строки та способи заготання сидератів у ґрунт.

Заорювання озимих сидератів проводять:

– навесні наступного року під гречку, просо, кукурудзу, в останні терміни посадки під картоплю;

– пізно навесні або у першій декаді червня під однорічні трави – попередники озимих зернових культур;

– у сидеральній парі залежно від господарської необхідності та умов під зернові у різні терміни; у пару з додатковим внесенням перед заорюванням торфу, соломи та інших органічних залишків із широким співвідношенням С:N (82–95:1).

Після заорювання озимих сидератів у травні висіваються однорічні трави (люпин, вико–, горохо– і пелюшкоовсяні суміші) з підсівом райграсу однорічного. Однорічні трави забираються наприкінці липня, а райграс при підживленні азотними добривами – у вересні на кормові цілі.

Отава райграсу наприкінці жовтня заорюється на зелене добриво під ранні ярі культури. Таким чином, при відповідній організації можна раціональніше використовувати землю, отримуючи по два врожаї однорічних трав на кормові цілі при одночасному підвищенні родючості ґрунту за рахунок заорання отави та корневих залишків.



Рисунок 2.63 – Зорювання фацелії як сидерату¹⁰³⁴

¹⁰³⁴ Нюансы выращивания и использования фацелии в качестве сидерата. URL: <https://dacha.help/ovoshchi/fatseliya-siderat-kogda-poseyat>.

Підсівні сидерати залежно від призначення заорюють у різні терміни. Так, багаторічний люпин заорюють на другий рік життя у фазі повного стеблуння – початку бутонізації під посадку яровизованої картоплі; у фазі бутонізації – початку цвітіння – під ранню картоплю, гречку та просо; у фазі повного цвітіння – під однорічні трави – попередники озимих зернових та озимого ріпаку.

Перший укос буркуну білого використовують на кормові цілі, а відрослу отаву на початку серпня заорюють на зелене добриво. Сидерати заорюють напівгвинтовими та гвинтовими плугами з кутознімами.

Для якіснішого заорювання багаторічного люпину з лівого боку плуга прикріплюють штангу, до якої чіпляють водоналивну або ребристу ковзанку. По ходу руху трактора з плугом одночасно прикочується ніжна зелена маса сидерату, що забезпечує хорошу заорювання надземної маси навіть заввишки більше 85 см.

Деякі науково–дослідні установи рекомендують високорослі сидерати подрібнювати, а потім заорювати. Безумовно, подрібнена надземна маса сприяє хорошему закладенню сидерату, але при цьому слід зважати на додаткові витрати. Після подрібнення зеленої маси сидерат краще заорювати на 3 – 4 день у підсушеному вигляді.

Слідом за заоранням, наприклад, багаторічного люпину висівають викоовсяні, люпиноовсяні, пелюшкові та інші суміші. Після збирання однорічних трав на корм поживні і кореневі їх залишки заорюють на 5–7 см дрібніше, ніж запахали сидерат, з таким розрахунком, щоб запахану рослинну масу багаторічного люпину, що ще не розклалася, не вивертати на поверхню. Такий прошарок є гарним живильним середовищем для наступних озимих зернових культур.

Ефективний і інший спосіб: після заорювання корневих та поживних залишків однорічних трав висіваються хрестоцвіті культури, які пізно восени прибирають на корм або заорюють на зелене добриво під картоплю ранніх термінів посадки. На ерозійно небезпечних ділянках сидерат як мульчу закладають рано навесні наступного року.

Така заправка ґрунту органічною речовиною двох сидератів особливо важлива на ґрунтах низької родючості та сприяє отриманню високих урожаїв картоплі, кукурудзи та інших культур з низькою собівартістю. Поживні сидерати заорюють пізно восени (наприкінці жовтня), коли закінчується вегетація рослин. Заорювання проводиться напівгвинтовими плугами з кутознімами. Добре зарекомендували себе при заорюванні люпину оборотні плуги. Вузьколистий сидеральний люпин, що навіть досяг у висоту 65–70 см, чудово закладається в ґрунт.

По заораннях поживних сидератах навесні розміщують ранні ярі культури картопля, кукурудзу, цукрові та кормові буряки, ярі зернові та тощо, вони крупним планом у вигляді мульчі навесні. На легких супіщаних і піщаних ґрунтах можна висівати деякі ярі прямо в мульчу (кукурудза, силосні, ранні овочеві та ін...), попередньо заклавши мульчу в ґрунт дисковими знаряддями].

Озимі сидерати (озиме жито з викою волохатою, озимий ріпак, озиме сурепиця, перко та тощо) можна використовувати у двох напрямках: надземна маса скошується на високому зрізі не менше 22–27 см на кормові цілі, а відросла отава з кореневими та пожнивними рештками на добриво.

Після озимих сидератів доцільно вирощувати як основні культур люпин кормовий, кукурудзу, гречку, просо, бобово–злакові суміші та тощо

З метою недопущення великого розриву між збиранням озимої проміжної культури та посівом основної доцільно замість оранки застосовувати чизельне обробіток ґрунту. Вона більш продуктивна та економічно виправдана. Для збільшення надходження у ґрунт свіжого органічного речовини необхідно використовувати солому зернових культур, збільшувати посіви бобових культур, особливо багаторічних трав, застосовувати пожнивні посіви на зелене добриво, частково замінити чисту пару на сидеральну.

Сидерація, заорювання в ґрунт зеленої маси рослин сидератів (зеленого добрива) для збагачення її органічним речовиною, азотом та іншими елементами живлення. Коренева система багатьох сидератів здатна витягувати з глибоких шарів ґрунту елементи живлення (азотисті кислоти, сполуки фосфору, кальцію, феррум, магній та тощо). Після заорювання зеленого добрива та їх розкладання ці елементи стають доступними для культурних рослин¹⁰³⁵.

При заорюванні бобово–капустяної суміші суттєво покращується не тільки азотний, а й фосфорно–калійний режим та забезпеченість кальцієм та мікроелементами. Маючи досить вузьке співвідношення С / N, сидеральна маса такої суміші швидко руйнується, поповнюючи вміст лабільного гумусу та доступних мінеральних елементів живлення.

Системи землеробства повинні забезпечувати прискорений кругообіг органічної речовини в ґрунті, щоб зруйнувати органічна речовина попередніх поколінь рослин, в якій пов'язані у недоступній формі вуглець та мінеральні солі. Однак у ґрунті має залишатися певна кількість органічної речовини, що не розклалася.

Хімічний склад рослин залежить від ступеня зрілості на момент заорювання їх у ґрунт. Молодші сидерати, які не досягли фази бутонізації, піддаються розкладанню значно швидше, ніж у фазі повного цвітіння – утворення бобиків у бобових культур.

Ще повільніше йде розкладання рослинних залишків після збирання зернових, солома яких закладається в ґрунт. За допомогою азотфіксуючих бульбочкових бактерій бобових культур; сірку і фосфор із розчинних неорганічних солей ґрунту, звідти й інші мінерали калій, кальцій, залізо та ще меншій кількості натрій, кремній, хлор та інші елементи. Оскільки ці елементи містяться в ґрунті в мінімальних кількостях, то культури, що ростуть у

¹⁰³⁵ Гришин Л.А. Гумусоутворення та гумусний стан ґрунтів. М: Изд-во Моск. ун-ту, 1988. 266 с.

сівозміні, необхідно забезпечувати додатковим внесенням у формі мінеральних та органічних добрив¹⁰³⁶.

Дуже важливо простежити процес розкладання рослин у ґрунті на прості складові елементи, доступні наступним культурам. Розглянемо значення різних хімічних компонентів рослин і їх роль у підвищенні родючості ґрунту. Ефіророзчинні речовини – жири, воски, смоли, рослинні ефірні олії, танніни, терпени, алкалоїди та різні пігменти. Частка цих речовин у складі рослини незначна. Розкладаються вони дуже повільно. Істотного впливу вивільнення азоту де вони надають, хоча у деяких випадках можуть проводити кількість утвореного ґрунтового гумусу.

Водорозчинні речовини – цукри, глюкоза, амінокислоти, протеїни, що включають нітрати, фосфати, сульфати, хлориди, калійні солі та тощо У молодих рослинах кількість водорозчинних речовин досягає майже 38 % від сухої речовини рослини. Зі зростанням рослини відсоток таких речовин значно зменшується¹⁰³⁷.

При розкладанні це найлегше засвоювані речовини як самими рослинами, і мікроорганізмами грибами і різними бактеріями, які швидко використовують азот як джерело своєї енергії. Зелене добриво, що містить від 20 до 40% загальної сухої речовини у водорозчинній формі, швидко розкладається, що особливо добре простежується за утворенням CO₂.

Целюлоза – головна складова частина клітинної стінки рослин, що забезпечує механічну міцність та еластичність рослинних тканин, пектинові речовини склеюють окремі клітини. У міру зростання та розвитку рослин оболонки їх клітин просочуються інкрустуючими речовинами та деревиною. Целюлози у зеленій рослині 12–25 %, у зрілому – соломі, м'якні – до 38–43 %. Вона не піддається гідролізу в розведених кислотах та лугах. Розкладається під впливом бактерій та грибів.

Геміцелюлоза – високомолекулярний полісахарид, який не розчиняється у воді, але розчинний у лужних розчинах і піддається гідролізу в розведених кислотах. Входить до складу клітинних оболонок рослинних тканин. Відіграє роль запасної та захисної речовини рослини і становить до 28 % складових частин рослини.

Целюлоза і геміцелюлоза мають загальну властивість, що вони містять азоту і використовуються як джерела енергії азотфіксуючими бульбочковими бактеріями. Ці дві групи речовин становлять від 55 до 61 % сухої речовини зрілої рослини та близько 15 % – молоді¹⁰³⁸.

Швидкість їх розкладання безпосередньо залежить від кількості азоту, що вноситься в ґрунт. У середньому вважається, що на одну тонну соломи, що

¹⁰³⁶ Гришин Л.А. Гумусоутворення та гумусний стан ґрунтів. М: Изд-во Моск. ун-ту, 1988. 266 с.

¹⁰³⁷ Гришин Л.А. Гумусоутворення та гумусний стан ґрунтів. М: Изд-во Моск. ун-ту, 1988. 266 с.

¹⁰³⁸ Гришин Л.А. Гумусоутворення та гумусний стан ґрунтів. М: Изд-во Моск. ун-ту, 1988. 266 с.

запахується, необхідно вносити 7–13 кг азоту в діючій речовині. Лігнін утворюється внаслідок ферментативних процесів при одеревенні рослинних клітин. Він з'єднаний хімічним зв'язком з целюлозою та іншими вуглеводами клітинної оболонки.

Лігнін – один з найважливіших джерел ряду ґрунтових гумінових кислот. Він становить від 5,6 до 28 % сухої рослинної речовини, що найбільш важко піддається розкладанню.

Високий відсоток лігніну в корневих та пожнивних залишках багаторічних трав стримує їхнє швидке розкладання, що позитивно впливає на утворення ґрунтового гумусу. Це наочно видно в наших багаторічних дослідженнях, де проводили оранку всієї рослинної маси багаторічного люпину (надземної та кореневої), оранку тільки надземної маси, що перевозиться на інші невдобрені ділянки, і оранку тільки корневих та пожнивних залишків сидерату¹⁰³⁹.

При заоранні однієї надземної маси, багаті водорозчинними речовинами, відбувається швидке її розкладання, що сприяє накопиченню в ґрунті гумусу, навпаки, запашка ж усієї рослинної маси дома висіву чи лише корневих і пожнивних залишків сидерату збільшує кількість гумусу.

Протеїни – прості білки, молекули яких побудовані з амінокислотних залишків, з'єднаних між собою через амінні та карбоксильні групи. До групи амідів входять амінокислоти, азотовмісні глюкозиди, органічні азотисті сполуки та в незначних кількостях амонійні та азотнокислі солі (нітрати). Відсоток протеїну з 9–16 % у молодій рослині зменшується з віком до 2,2 % (у соломі зернових культур). Протеїни є носіями азоту в рослині і легко піддаються розкладанню. При розкладанні їх у перші дні більшість азоту (до 58–67 %) стає доступною рослинам. Але оскільки в зеленому добриві присутні целюлоза і геміцелюлоза, азот, що вивільняється при розкладанні протеїнів, негайно асимілюється мікроорганізмами і інкорпорується в мікробактеріальну клітинну субстанцію¹⁰⁴⁰.

Мінерали входять в основному в зольну частину рослин і включають фосфати, сульфати, хлориди, нітрати і калій, кальцій, залізо, амоній та тощо. Вони становлять до 15 % загальної кількості маси рослин. Водорозчинна форма мінералів переважає у молодих рослинах, нерозчинна – у зрілих.

Таким чином, органічна речовина ґрунту складається з відмерлих рослин, ґрунтових тварин, мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності. Швидкість розкладання зароблених у ґрунт рослин залежить від їх віку та культури. Коренева система багаторічного люпину в порівнянні з однорічним більш потужна, містить більше целюлози та лігніну, співвідношення вуглецю та азоту

¹⁰³⁹ Гришин Л.А. Гумусоутворення та гумусний стан ґрунтів. М: Изд-во Моск. ун-ту, 1988. 266 с.

¹⁰⁴⁰ Гришин Л.А. Гумусоутворення та гумусний стан ґрунтів. М: Изд-во Моск. ун-ту, 1988. 266 с.

ширше, тому вона повільніше піддається мікробіологічному розпаду, ніж надземна маса, багата на водорозчинні речовини¹⁰⁴¹.

Разом з тим, багаторічні спостереження свідчать, що сидерати краще загортати в ґрунт під ярі культури пізно восени (третя декада жовтня), коли мікробіологічні процеси в ґрунті майже припиняються. Як правило, до кінця жовтня запаси ґрунтової вологи (навіть в Лісостепу) повністю відновлюються (в межах 170–180 мм) і сидеральна маса потрапляє у вологе середовище з пониженою температурою, яка продовжує знижуватися.

В таких умовах фітомаса дуже повільно розкладається і, відповідно, поживні речовини мало вимиваються у нижні шари ґрунту. Тому і втрати газоподібного азоту мінімальні. Навесні при підвищенні температури ґрунту мінералізація рослин–сидератів активізується, що супроводжується виділенням значної кількості вуглекислого газу. Це поліпшує ґрунтове і повітряне живлення рослин.

При загортанні сидератів у теплий період осені, вони швидко розкладаються, елементи живлення, які вивільнені в процесі мінералізації, вимиваються дощами у нижні шари ґрунту і стають мало доступними для рослин. Цей процес особливо інтенсивно проходить у легких піщаних ґрунтах, де втрачається значна частина органічної речовини і різко знижується ефективність зеленого добрива.

Перед заорюванням сидерати прикочують і подрібнюють дисковою бороною в напрямку оранки і заорюють після прив'ялення зеленої маси, тобто через 2–5 днів після дискування, або залишають в подрібненому (задискованому) стані до весни. Такий мульчуючий шар органічної маси захищає ґрунт від ерозії і сприяє накопиченню вологи в осінньо–зимовий період. Мінеральні та органічні добрива краще вносити під сидеральну культуру, але можна заорювати їх разом із зеленим добривом. Весною сидерати разом з іншими добривами заортають на глибину орного шару, або проводять глибоке дискування з наступним боронуванням БГ–3.

Заорювання зеленого добрива зокрема під озимі зернові культури в умовах Полісся України слід проводити не пізніше кінця липня, початку серпня, з тим щоб до настання оптимальних строків посіву озимих (5–10 вересня) пройшов перший етап розкладу зеленої маси із значним виділенням вуглекислоти, яка може негативно вплинути на схожість насіння озимої пшениці чи жита. При цьому в ґрунті накопичується значна кількість легкорухомих форм азоту (нітратний і аміачний) які повністю не використовуються рослинами озимих культур і в значній мірі (особливо нітрати) вимиваються в глибокі шари ґрунту, стають недоступними для рослин і забруднюють довкілля. У зв'язку з цим виникає необхідність застосування заходів підвищення ефективності зеленого добрива при використанні його під озимі зернові культури.

Швидкість мінералізації сидерата залежить від глибини загортання, віку рослин, гранулометричного складу і вологості ґрунту. Чим більша глибина

¹⁰⁴¹ Гришин Л.А. Гумусоутворення та гумусний стан ґрунтів. М: Изд-во Моск. ун-ту, 1988. 266 с.

загортання і старіша рослина (більш грубі стебла), важчий гранулометричний склад ґрунту, тим повільніше розкладається органічна маса сидерата і, навпаки.

Змінюючи глибину заорювання сидеральної маси та інших добрив, з якими поєднується зелене добриво, можна регулювати процес розкладу органічної речовини в ґрунті, утворення гумусу, накопичення елементів живлення, особливо азоту.

При загортанні сидерату на 10–15 см (мілко) посилюється аерація ґрунту і при достатньому зволоженні прискорюється процес розкладу органічної маси. Це доцільно застосовувати при заорюванні перезрілої надземної маси сидерату і особливо при поєднанні її з торфом чи соломною, високою стернею злакових культур, зокрема озимого жита чи вівса. При цьому ярі культури, зокрема просапні, в перший період свого росту можуть відчувати нестачу поживних речовин. Тому в цих умовах дуже ефективно перед посівом чи в підживлення вносити азотні і фосфорно–калійні добрива, найкраще складні: нітроаммофоску, тукосуміші та інші.

Післядія глибоко заораної органічної маси (сидерат, гній тощо) значно посилюється і продовжується в часі 2–3 роки і більше. Крім того, при глибокому заорюванні органічної маси процес розкладу її в ґрунті проходить в більший мірі у напрямку гуміфікації, ніж при мілкому загортанні.

При внесенні під просапні культури гною сидерація зменшує непродуктивні витрати мінералізації гною у 2,5–3,0 рази, післядія гною зростає на 50 %.

Темпи (швидкість) розкладу зеленої маси сидератів поряд з іншими факторами (температура, вологість, реакція ґрунту та інше) в значній мірі залежать від відношення в них вуглецю до азоту^{1042 1043 1044}. При відносно широкому відношенні цих елементів в органічній речовині розклад її уповільнюється, що сприяє більш повному використанню рослинами азоту, який утворюється під час мінералізації зеленого добрива. Але співвідношення C:N в зеленій масі повинно становити близько 10–15 до 1, оскільки при дуже широкому відношенні вуглецю до азоту (20:1 і більше) може проявлятися процес *імобілізації азоту* – значне біологічне поглинання (зв'язування) мікроорганізмами доступного азоту, а вузьке співвідношення вуглецю і азоту може спричинити посилену мінералізацію органічної речовини ґрунту.

Тому для підвищення ефективності зеленого добрива слід поєднувати застосування сидератів із більш інертними органічними речовинами, що повільно розкладаються, зокрема з невисокими дозами соломистого гною, торфокришки, торфокомпостів, а краще – з соломною, яку залишають на полі в подрібненому стані під час збирання зернових культур або висівати сумішки сидератів, зокрема люпини із злаковими культурами (овес тощо).

¹⁰⁴² Алексеев Е. К., Рубанов В. С., Довбан К. И. Зеленое удобрение. Минск: Урожай, 1970. 197 с.

¹⁰⁴³ Довбан К. И. Зеленое удобрение. Минск: Агропромиздат, 1990. 208 с.

¹⁰⁴⁴ Чернілевський М. С. Люпинізація – важливий резерв підвищення родючості поліських ґрунтів і зміцнення кормової бази для тваринництва. Житомир, 1978. 64 с.

Також кожний вид сидерату має свої особливості використання на добриво. Так, зелену масу капустяних під озимі зернові культури доцільно подрібнювати, задискувати і через 14 діб заорювати¹⁰⁴⁵, бобових культур – подрібнювати і заорювати без попередньої експозиції у верхньому шарі ґрунту¹⁰⁴⁶. Ці особливості пов'язані з хімічним складом сидеральних культур і, насамперед, співвідношенням C:N у біомасі, що визначає швидкість її мінералізації та доступність елементів живлення для наступних культур.

Основні способи підвищення ефективності зеленого добрива (на підставі¹⁰⁴⁷)

До основних способів вирощування високого врожаю зеленої маси сидератів в проміжних посівах відносяться:

- своєчасний і якісний неглибокий обробіток ґрунту полицевими або безполицевими знаряддями;
- поєднання зеленого добрива з невеликими дозами гною, компостів (20–25 т/га), соломою та іншими органічними матеріалами;
- внесення перед обробітком ґрунту або перед посівом сидерату мінеральних добрив, таких як фосфоритне борошно, фосфатшлак, каїніт, а при можливості інших, більш ефективних туків, в тому числі і азотних;
- внесення на кислих ґрунтах невеликих доз вапнякових добрив, (0,5–0,75 дози за гідролітичною кислотністю), що сприяє кращому розвитку кореневої системи сидератів, а у бобових культур – і бульбочкових бактерій;
- обробка насіння бобових сидератів ризоторфіном внаслідок чого значно підвищується врожай зеленої маси і вміст азоту в ній;
- посів післяжнивних сидеральних культур протягом третьої декади липня до 5–10 серпня, тобто вслід за збиранням озимих і ярих культур з обов'язковим післяпосівним коткуванням ґрунту при недостатньому його зволоженні;
- подрібнення зеленої маси сидерату дисковою бороною, прив'ялення і неглибоке загортання в ґрунт пізно восени (третьа декада жовтня).

Серед інших заходів, що визначають ефективність зеленого добрива, виключно важливе значення має вид сидеральної культури, яка використовується на зелене добриво та вид культури, під яку воно застосовується (краще під просапні).

¹⁰⁴⁵ Технология использования сидератов и средоулучшающих культур в севооборотах Нечерноземной зоны России / Новиков М. Н. и др. Владимир, 2008. 144 с.

¹⁰⁴⁶ Анисимова Т. Ю. Агрохимическая и технологическая эффективность использования узколистного люпина и соломы в звеньях севооборотов Центрального Нечерноземья: автореф дис. на соискание науч. ступеня к.с.-х. н.: спец. 06.01.04 «Агрохимия». Москва, 2002. 22 с.

¹⁰⁴⁷ Органічні добрива: навчальний посібник (для студентів напряму підготовки 201 «Агрономія») / С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький [та ін.]. Житомир: Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 200 с.



Рисунок 2.64-1 – Заробка сидератів у ґрунт (дослідні поля компанії Кернел¹⁰⁴⁸)

¹⁰⁴⁸ АгроПолігон Кернел Сидерати. URL: <https://kurkul.com/blog/468-agropoligon-kernel-siderati-ostannya-dekada-jovtnya>.

В умовах індивідуального сектора (на городах і дачних ділянках) сидерати теж спочатку потрібно подрібнити лопатою, прив'ялити а потім через 2–3 дні закопати у ґрунт. При цьому можна додати напівперепрілий або свіжий гній, попіл та вапно. Закопувати сидерати можна восени або навесні, зокрема, жито озиме. Збереження на поверхні ґрунту мульчуючого шару (зелене добриво, гній, попіл, вапняні добрива тощо) сприяє покращанню біологічного стану ґрунту та агрофізичних властивостей верхньої частини орного шару. В таких випадках ґрунт весною швидше дозріває, саморозпушується і добре піддається обробітці при мінімальних фізичних зусиллях.

Ріст і розвиток сидеральних культур в проміжних посівах більш інтенсивні, ніж при весняних посівах. Пояснюється це тим, що розвиток рослин в післяжнивний період відбувається при відносно пониженій температурі та підвищеній вологості повітря і ґрунту. В таких умовах значно менше витрачається енергетичного матеріалу на дихання та інші процеси життєдіяльності рослин, через що в їх тканинах більше накопичується вуглеводів, білків та інших речовин, тому проміжні посіви сидератів сприяють більш повному і раціональному використанню особливостей сидеральних культур.

Різноманітні також форми використання вирощеної зеленої маси сидератів. На зелене добриво використовують або всю зелену масу (як надземну, так і коріння), або тільки певну її частину. За цією ознакою розрізняють три основні форми зеленого добрива: *повне*, *укісне* та *отавне*.

У разі заорювання всієї маси сидератів, удобрення вважається *повним*, якщо зелену масу завозять з іншої площі – *укісним*, а при використанні лише стерні, отави та кореневих решток – *комбінованим*, або *отавним*. Форму сидерації вибирають залежно від забезпечення тваринництва зеленими кормами.

При застосуванні зеленого добрива треба мати на увазі істотний недолік заходу – висушування ґрунту. В зв'язку з цим, необхідно враховувати стан зволоження ґрунту при заорюванні сидератів. Їх краще загортати в ґрунт під ярі культури пізно восени (третьа декада жовтня), коли мікробіологічні процеси в ґрунті майже припиняються і втрати поживних речовин, які вивільняються при розкладі фітомаси, будуть мінімальними. На легких піщаних ґрунтах розкладання проходить більш інтенсивно, тому частина органічної речовини втрачається і ефективність зеленого добрива знижується.

Перед заорюванням сидерати прикотковують, подрібнюють дисковою бороною в напрямку оранки та заорюють після прив'ялення зеленої маси, тобто через 5–6 днів після дискування, або залишають в подрібненому (задискованому) стані до весни. Такий мульчуючий шар органічної маси захищає ґрунт від ерозії і сприяє накопиченню вологи в осінньо–зимовий період.

Мінеральні й органічні добрива краще вносити під сидеральну культуру, але можна заорювати їх разом із зеленим добривом. Навесні сидерати разом з

іншими добривами заорюють на глибину орного шару, або проводять глибоке дискування з наступним боронуванням.

Швидкість мінералізації сидерату залежить від глибини загортання, віку рослин, гранулометричного складу і вологості ґрунту. Чим більша глибина загортання і старіша рослина (більш грубі стебла), важчий гранулометричний склад ґрунту, тим повільніше розкладається органічна маса сидерата і навпаки.

Післядія глибоко заораної органічної маси значно посилюється і продовжується 2–3 роки і більше. Крім того, при глибокому заорюванні органічної маси, процес розкладу її в ґрунті проходить в більшій мірі в напрямку гуміфікації, ніж при мілкому загортанні.

При загортанні сидерата на 10–15 см (мілко) посилюється аерація ґрунту і, при достатньому зволоженні, прискорюється процес розкладу органічної маси. Це доцільно застосовувати при заорюванні перезрілої надземної маси сидерата й особливо при поєднанні її з соломою, високою стернею злакових культур, зокрема жита озимого чи вівса. При цьому, ярі культури, зокрема просапні, в перший період свого росту можуть відчувати нестачу поживних речовин, тому в цих умовах перед посівом чи в підживлення доцільно вносити азотні, фосфорні та калійні добрива, а найкраще – комплексні: нітроамофоску, тукоsumіші та інші.

Проте у комплексних підходах до застосування технології сидерації у господарствах різних форм власності¹⁰⁴⁹ йдеться не просто про «виращування сидератів», а про напрацювання цілісної технології, в межах якої чергуватимуться та посилюватимуться корисні ознаки різних сидеральних культур. Умовно кажучи, прорахувавши правильно сівозміну, строки збирання основних культур та сівби проміжних, можна організувати безперервний процес поліпшення характеристик ґрунтів: збагачення елементами живлення, розкислення, розпушення ґрунту тощо. Протягом багаторічного застосування такої технології, враховуючи, що зелена маса сидератів є органічним добривом і сприяє розвитку біоти, можливе реальне підвищення показників рентабельності виращування сільгоспкультур.

Не менш ефективним інструментом може стати застосування спеціально підібраних сидеральних сумішей, до складу яких одночасно входить до десяти різних культур, кожна із яких забезпечує окремі переваги. Завдяки цьому досягається різноплановий агрономічний ефект (ґрунт збагачується поживними речовинами, розпушується та ін.). Слід нагадати і про таку беззаперечну перевагу проміжних культур, як боротьба з бур'янами. Це буквально природний гербіцид, котрий завдяки суцільному висіву задушить будь-яких конкурентів, що спроможуться прорости на полі. Рік за роком і бур'янів буде значно менше. Самі ж сидеральні культури елегантно зникають після заходження обертового плуга в поле чи застосування інших агрозаходів.

¹⁰⁴⁹ Павлюк І. Використання сидератів за умов недостатньої кількості вологи. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19588-vykorystannia-syderativ-za-umov-nedostatnoi-kilkosti-volohy.html>.

Найчастіше сидерати висівають або за 1–1,5 місяця до сівби основної культури навесні із загортанням рослинної маси в ґрунт, або ж починаючи після збирання ранніх зернових. В ідеалі проміжну культуру потрібно тримати на полі якомога довше, однак надмірна кількість вологи та тепла може спровокувати прискорений розвиток і появу насіння. Цього не можна допускати у жодному разі. Оптимальний час для загортання сидератів у землю – початок цвітіння.

Так само варто сім разів подумати, аніж висівати сидерат на полі, де застосовують традиційну технологію обробітку у міжряддя основної культури. Можна догратися до того, що їх вже не прибереш, сидерати заберуть значну частину вологи і поживних речовин та ще й залишать після себе насіння.

Якщо у господарстві практикують систему парів, то принаймні окремі з них доцільно якраз засівати сидератами. Ми і ґрунт збагатимо, і бур'яни повиводимо, і поліпшимо характеристики родючості. Однак пару є пару, і захоплюватися тут проміжними культурами, мабуть, не варто. Все потрібно рахувати, однак взяти до уваги, що оскільки сидерати швидко перегнивають у ґрунті, залишаючи під землею численні пори, земля легко насичується повітрям і тривалий час зберігає вологу. До того ж поживні рештки проміжних культур рослин створюють додаткове живлення для ґрунтової біоти, формуючи передумови для накопичення в ґрунті азоту, фосфору, калію та інших важливих елементів живлення.

Слід наголосити на тому, що в Україні успішно працюють окремі господарства, у яких налагоджено безперервний процес утримання сидератів на полі поряд із вирощуванням основних культур. За такої технології сидерати безперешкодно бувають від збирання врожаю аж до сівби наступної культури навесні. За два тижні до збирання їх обробляють гліфосатом і після того провадять висів товарної культури з одночасним підсівом сидератів у міжряддя. Виростили врожай — знову коло замикається і поле завжди вкрите рослинним килимом. Ґрунт ніхто не чіпає, фактично це сидеральний no-till. Така технологія дає змогу істотно заощадити на пальному, добривах та гербіцидах. Останні застосовують лише для того, щоб зачистити поле від сидератів під сівбу. Однак, звісно, що для того, щоб так працювати, потрібно мати відповідну сівалку, певний гарантований річний мінімум опадів та знати, які сидеральні суміші й коли можна використовувати

Цінним у плані застосування сидерації є досвід ПП «Агроекологія» (Шишацький район на Полтавщині)¹⁰⁵⁰

В «Агроекології» застосовують поверхневий обробіток ґрунту глибиною 4–6 см. Оранку вважають недоцільною. Поверхневий обробіток зберігає природну структуру, капілярність ґрунту, не руйнує канали, які утворюють черв'яки та коріння рослин, що розкладається. Така технологія залишає багатий органікою поверхневий шар. Для обробітку ґрунту використовують сучасну техніку

¹⁰⁵⁰ Антоненць С.С. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області/ С. С. Антоненць, А. С. Антоненць, В. М. Писаренко. Полтава: РВВ ПДАА, 2010. 200 с.

провідних зарубіжних виробників. Наприклад, культиватори Horsch — «Агросоюз», «Скорпіон», «Квант». Особливо широко в господарстві використовуються дискові борони французького виробника Gregoire Besson – DXRV, DXRV-HD, які використовують при заробці сидератів. Працювати вони можуть на чітко визначеній глибині, незалежно від мікрорельєфу поля.



Рисунок 2.64-2 – Структура ґрунту в ПП «Агроєкологія» після багаторічного застосування різновидової сидерації¹⁰⁵¹

¹⁰⁵¹ Сучасні технології органічного господарювання в ПП Агроєкологія. URL: <https://kurkul.com/blog/386-suchasni-tehnologiyi-organichnogo-gospodaryuvannya-v-pp-agroekologiya>

Господарство використовує практику посіву сидеральних культур. На сидерати використовуються багаторічні бобові трави (еспарцет), вика, гречка. Головною сидеральною культурою є еспарцет, який є хорошим попередником під комерційні культури, має хороші біологічні властивості, а також, слугує відмінним кормом для тваринництва. Цікавою є практика використання так званих несіяних сидератів – сходів падалиці та бур'янів.

По сидератах працюють лише дисковими боронами, в основному використовують уже згадувані нами Gregoire Besson. Глибина дискування становить 4–5 см. Борони працюють на половині захвату. На зворотному шляху половина агрегату вдруге обробляє задисковану смугу. Це забезпечує більш якісне перемішування органічної маси з землею, підвищує активність ґрунтової біоти і прискорює процес розкладання рослинних решток.



Рисунок 2.64-3 – Дискова борона для заробки сидератів в ПП «Агроєкологія» після багаторічного застосування різновидової сидерації¹⁰⁵²

¹⁰⁵² Сучасні технології органічного господарювання в ПП Агроєкологія. URL: <https://kurkul.com/blog/386-suchasni-tehnologiyi-organichnogo-gospodaryuvannya-v-pp-agroekologiya>

Сидеральні культури є збалансованим добривом. В зеленій масі сидератів знаходяться усі необхідні рослинам мінеральні речовини. Крім того, вони відновлюють структурність ґрунту, що дозволяє забезпечувати рослини вологою завдяки атмосферній іригації. Також, сидеральні культури розпушують ґрунт своїм корінням. На полях «Агроєкології» є величезна кількість черв'яків та різних мікроорганізмів. В господарстві переконані, що висока біологічна активність ґрунту є неодмінною умовою успішного землеробства.

Усі культури висівають, керуючись як господарським розрахунком, так і думкою про відтворення родючості землі. В «Агроєкології» вважають, що про землю необхідно турбуватись, і тоді вона турбуватиметься про ваш гаманець. Тому сівозміну продумано так, щоб з кожним циклом земля накопичувала гумус та ставала ще більш стійкою до різноманітних факторів навколишнього середовища.



Рисунок 2.64-4 – Сівозміна у ПП «Агроєкологія» після багаторічного застосування різновидової сидерації¹⁰⁵³

Озима пшениця є першою в сівозміні. В «Агроєкології» обов'язково проводять весняне боронування цієї культури, яке дозволяє знищити бур'яни, насичує ґрунт киснем. Також, завдяки цій операції, регулюється водний баланс. Окрім зазначеного, весняне боронування спонукає пшеницю до кушення і вичісує відмерлі листки, запобігаючи поширенню хвороб.

Потім сіється соняшник, для якого важливо провести раннє весняне закриття вологи й контролювати кількість бур'янів. Після збирання соняшника стебла подрібнюють, використовуючи спеціальні шлейфи, а через 2-3 дні проводять лушення на глибину 5-6 см, щоб не витягувати коріння на поверхню. Можливий також варіант що стебла залишаються для снігозатримання.

¹⁰⁵³ Сучасні технології органічного господарювання в ПП Агроєкологія. URL: <https://kurkul.com/blog/386-suchasni-tehnologiyi-organichnogo-gospodaryuvannya-v-pp-agroekologiya>

Весною падалиця проростає і, після культивації, проводиться посів вики ярої та гречки на сидерат. У фазі цвітіння вики її дискують, гречка ж може зійти знову, і її дискують вдруге, отримуючи цінний сидерат без посіву. Разом з гречкою проростають і бур'яни, які теж доповнюють «коктейль» сидеральних культур. Другий варіант сидерального пару передбачає посів вико-вівсяної сумішки. Після зароблення в ґрунт сидерату вноситься гній, який теж дискують. В оптимальні строки після передпосівного обробітку сіється озима пшениця.

Кукурудза на силос вимагає закриття вологи в ґрунті, подальшого боронування для знищення бур'янів у стадії білої ниточки, міжрядних обробітків. Тут кукурудзу вирощують лише на силос, оскільки підготовка товарної кукурудзи вимагає надто багато зусиль і є не вигідною для органічної «Агроєкології». Хорошим сортом, за словами представників компанії, є сорт KWS Богатир, який є одним із найкращих по урожайності зеленої маси, а силос виходить дуже хорошої якості, завдяки високому вмісту крохмалю та сухих речовин.

Ячмінь сіється з підсівом еспарцету. Перший виконує роль покривної культури. При цьому еспарцет сіється під кутом до рядків ячменю. В подальшому поле еспарцету протягом двох років використовується для збирання сіна. На третій рік еспарцету він використовується для затримання снігу взимку, після чого його дискують, як сидерат. Ця культура добре структурує ґрунт, за рахунок добре розвинутої кореневої системи. Важливо не застосовувати глибокого обробітку ґрунту, щоб не витягувати коріння та не шкодити бактеріям. Після передпосівної культивації сіється озима пшениця.

У господарстві використання біологічних факторів є важливою частиною роботи. Усі культури в сівозміні підібрані так, щоб кожна мала хорошого попередника. Будь які операції в полях проводяться тільки тоді, коли вони можуть посприяти відповідним природним процесам у ґрунті. Безумовно, що така система вимагає великого обсягу знань, спостережливості, уваги до своїх полів, а не простого повторення технологічної карти. Але і результати виходять гарні. Наприклад, середнім урожаєм пшениці по господарству в 2016 р. було 4,4 т/га при показниках білка у 13,5–15,8%, клейковини – 25–32%.

Жодних синтетичних добрив господарство не використовує. Тільки продумана система сидерації та органіка з ферм. Гній перетворюється на компост, який і вносять на поля після сидерального пару. «Агроєкологія» має розвинуте тваринництво – на її фермах утримують близько 7 тис. голів ВРХ. Це і забезпечує господарство гноєм. Проблем із забезпеченням рослин вологою теж не виникає, оскільки капілярний ґрунт запасає достатньо води як із снігу та дощів, так і завдяки атмосферній іригації. Завершує справу висока біологічна активність ґрунту яка сприяє здоровому розвитку рослин – на полях навіть рештки кукурудзи швидко стають перегноєм.

Квінтесенцією досвіду, який отримали в Агроєкології, можуть служити слова Семена Свиридоновича Антонця: «природа сама відтворює родючість ґрунту. Якщо ж ми їй у цьому допомагатимемо, то виходимо на такий рівень господарювання, коли земля стає сильнішою, вона самостійно протистоїть водній і вітровій ерозії, утримує більше вологи та дає чудовий урожай»

2.3. Застосування поживних решток сільськогосподарських культур у варіантах комбінованої сидерації

Виходячи з економічної ефективності та для підтримки бездефіцитного балансу гумусу доцільно застосування соломи як органічного добрива. У більшості досліджень, проведених у різних ґрунтово-кліматичних умовах, відзначається позитивний вплив соломи на властивості ґрунту, які не поступаються впливу інших органічних добрив¹⁰⁵⁴. Внесення соломи в ґрунт стимулює життєдіяльність мікрофлори, оскільки вона є відносно доступним джерелом вуглецю і посилює біологічну активність ґрунту.

За вмістом органічної речовини солома в 3,5–4 рази перевершує традиційні органічні добрива, за кількістю азоту та фосфору – рівноцінна, калію – перевищує (табл. 2.70).

Таблиця 2.70

Содержание органического вещества и элементов питания растений в соломе различных культур, % (обобщенные данные)

Вид соломи	Органічної речовини	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Співвідношення C:N
Пшенична*	82	0,45	0,18	0,78	0,23	0,22	80–90
Житня	82	0,34	0,19	0,62	0,33	0,07	100–110
Ячмінна*	82	0,68	0,20	1,14	0,20	0,28	60–70
Вівсяна	80	0,61	0,30	1,12	0,24	0,10	60–70
Кукурузна	82	0,46	0,16	1,26	0,32	0,14	60–80
Ріпакова	80	0,53	0,11	0,85	0,81	0,16	60–70
Люпинова*	80	1,20	0,31	0,86	0,32	0,31	25–35
Рисова	81	0,41	0,08	0,58	0,80	0,06	80–90

* Данные ВНИИОУ¹⁰⁵⁵

Щорічно із соломою з розрахунку на гектар біологічний кругообіг повертає в середньому 25 кг калію, близько 12 кг азоту, 104 г цинку, 15,6 г бору¹⁰⁵⁶.

Відомо кілька способів безпосереднього використання соломи як добрива¹⁰⁵⁷:

¹⁰⁵⁴ Благовещенская З. К., Гришина Т. А., Булгаков В. М. Использование соломы в современном земледелии. Химия в сельском хозяйстве. 1986. № 10. С. 26–31.

¹⁰⁵⁵ Еськов, А.И. Справочная книга по производству и применению органических удобрений / А.И. Еськов, М.Н. Новиков, С.М. Лукин. Владимир, 2001. 495 с.

¹⁰⁵⁶ Русакова И.В. Теоретические основы и методы управления плодородием почв при использовании растительных остатков в земледелии.- Владимир: ФГБНУ ВНИИОУ, 2016. 131 с.

1. Накриття ґрунту соломною (подрібнена до 5–10 см і рівномірно розкидана під час збирання комбайном солома зернових залишається на полі і загортається в ґрунт пізно восени). Цей спосіб використовується при середньому зволоженні ґрунту на мало засмічених бур'янами полях. Накриття ґрунту соломною позитивно впливає на його структуру і дозрівання, скорочує витрати вологи в результаті випаровування.

Термін внесення азоту залежить від забезпечення ґрунту поживними речовинами і його біологічної активності, а також від того, наскільки швидкий розклад соломи вимагається. На окультурених, родючих ґрунтах із значним вмістом доступних поживних речовин і високим рівнем біологічної активності може бути запропонований варіант роздільного внесення соломи й азотних добрив – побічну частину урожаю загортають восени, азот вносять навесні перед сівбою наступної культури. Відповідно, на землях з низьким рівнем родючості і біологічної активності рекомендується, по можливості, раніше вносити азотне добриво по соломі, щоб забезпечити достатній її розклад до сівби наступної культури.

2. За достатнього зволоження з сильним ростом бур'янів мілке загортання соломи в ґрунт буде більш надійним і кращим способом. Подрібнена і рівномірна розкидана по полю солома зразу після збирання загортається в ґрунт дисковою бороною, луцильником або фрезою. Досить часто (за сприятливих погодних умов) на таких полях висівають поживні культури. Це дає можливість скоротити робочі операції, знизити дози або відмовитись від додаткового мінерального азоту, вирівняти мікроклімат ґрунту. При цьому солома у верхній частині орного шару розкладається досить енергійно без нагромадження токсичних речовин, а наявні бур'яни сильно пошкоджуються або знищуються. Насіння бур'янів і падалиця зернових культур проростають і значною мірою запобігають розмноженню польових мишей. Останнє заслуговує особливої уваги при великій частці зернових у сівозміні.

3. Глибоке заорювання соломи після збирання врожаю. При цьому розкладання соломи значно знижується. Відбуваються великі втрати азоту в результаті денітрифікації. Отже це найменш доцільний спосіб загортання соломи в ґрунт.

Замість мінеральних азотних добрив для інтенсивнішого розкладання соломи можна використовувати безпідстилковий гній (6–8 т на 1 т соломи). На суглинкових ґрунтах його вносять восени та навесні, на піщаних та супіщаних – тільки навесні.

Найкращий ефект забезпечує удобрення ґрунту соломною у перший рік використання під зернобобові і просапні культури. Менш ефективна солома як добриво для зернових, особливо озимих культур.

При використанні соломи на добриво покращуються фізико–хімічні властивості ґрунту, підсилюється активність мікроорганізмів, їх азотфіксуюча

¹⁰⁵⁷ Органічні добрива: навчальний посібник (для студентів напряму підготовки 201 «Агрономія») / С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький [та ін.]. Житомир: Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 200 с.

здатність, зменшуються втрати азоту, підвищується доступність фосфору, збільшується вміст гумусу в ґрунті.

Існують різні погляди щодо оцінки потенціалу соломи в Україні. Такі оцінки стали актуальними тільки з появою попиту на солому. Дотепер ніхто не піклувався про залишки соломи, що спалювались на полях. Деякі дослідники стверджують, що великі обсяги соломи необхідні для годівлі тварин. Однак, у сучасному тваринництві для цього використовується небагато соломи. Використання соломи для підстилки тваринам також зменшилось в останні роки із виникненням систем гідрозмиву.

Для визначення оптимальної кількості соломи, необхідної для удобрення ґрунтів, було проведено багато закордонних та вітчизняних досліджень. Вони показали, що немає необхідності у використанні великих обсягів соломи для підтримки родючості ґрунтів. Деякі дослідники пропонують використовувати обсяги соломи відповідно до врожайності зернових у певному район або змішувати солому з гноєм та іншими відходами. Висока родючість ґрунтів була досягнена при внесенні 4–8 т/га соломи разом з натрієм, калієм та фосфором.



Рисунок 2.65 – Стан поверхні ґрунту на ділянці, де солома систематично загорталась у ґрунт¹⁰⁵⁸

Враховуючи різні погляди щодо використання соломи для годівлі та підстилки тварин, та для підтримки родючості ґрунтів, широко розповсюдженим є відношення урожаю соломи до урожаю зерна як 1:1. Ця проста оцінка прийнятна, оскільки дуже складно оцінити кількість соломи, що була використана у кожному регіоні, враховуючи застосування різних аграрних практик, вирощування різних сортів зернових та отримання різної врожайності. Застосовуючи відношення 1:1, припускається, що 80% від кількості цієї соломи використовується та 20% залишається, і, таким чином, є доступними для

¹⁰⁵⁸ Органічні добрива: навчальний посібник (для студентів напряму підготовки 201 «Агрономія») / С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький [та ін.]. Житомир: Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 200 с.

альтернативного використання. Беручи за базове значення врожай зернових в Україні потенціал соломи за методологією 1:1 оцінений у стовпці 2 Таблиці 2.71¹⁰⁵⁹.

Таблиця 2.71

Потенціал соломи в Україні¹⁰⁶⁰

Області	Солома, доступна для теплопостачання, будівництва та інших цілей*і	
	розрахунки на основі енергетичних еквівалентів**	розрахунки на основі співвідношення 1:1
Україна	13596,82	9205,66
Автономна Республіка Крим	492,60	332,49
Вінницька	853,55	618,45
Волинська	207,07	127,94
Дніпропетровська	873,22	563,45
Донецька	556,05	344,86
Житомирська	364,53	247,52
Закарпатська	93,54	60,34
Запорізька	665,63	426,14
Івано–франківська	117,76	80,40
Київська	688,24	496,52
Кіровоградська	732,85	506,84
Луганська	372,00	211,09
Львівська	247,69	164,50
Миколаївська	700,27	493,02
Одеська	823,94	567,74
Полтавська	1099,22	765,97
Рівненська	210,86	139,26
Сумська	592,17	401,00
Тернопільська	438,06	314,78
Харківська	770,27	505,48
Херсонська	557,56	353,78
Хмельницька	482,45	340,32
Черкаська	851,93	638,99
Чернівецька	142,86	94,97
Чернігівська	618,41	409,79

Примітки: * 20% від загального врожаю соломи після її використання для удобрення ґрунтів, підстилки і годівлі тварин залишається для альтернативного використання.

**враховано тільки озиме жито, озиму і яру пшеницю, ячмінь, овес, просо, кукурудзу та гречку.

¹⁰⁵⁹ Кузнецова А.. Київ, Використання соломи в Україні – можливості та перспективи. Серія консультативних робіт [AgPP №. 31]. 2010. 24 с.

¹⁰⁶⁰ Кузнецова А.. Київ, Використання соломи в Україні – можливості та перспективи. Серія консультативних робіт [AgPP №. 31]. 2010. 24 с.

Методологія 1:1 використовується багатьма учасниками ринку, що планують використовувати солому. Однак, як було помічено, деякі учасники є дуже песимістичними, а деякі – дуже оптимістичними. Причини песимізму було описано вище, та він найчастіше притаманний аграріям–консерваторам. Оптимістичні погляди є типовими для компаній, де головна мета – залучити інвесторів, використовуючи для цього відповідні бізнес–плани. Наприклад, одна Івано-Франківська компанія, яка має завод із виробництва пелетів та має намір залучити додаткові інвестиції для збільшення потужності заводу, стверджує, що з кожної тони зерна можна отримати близько 1,5–2 т соломи. Вони посилаються на погляди українських експертів¹⁰⁶¹.

Розрахунки фахівців показали, що солома є найдешевшим джерелом поповнення ґрунту органічними речовинами. Використання її на добриво з додаванням 10 кг азоту на 1 тону соломи обходиться в 11 раз дешевше, ніж застосування мінеральних добрив і в 4–5 раз дешевше в порівнянні з внесенням гною¹⁰⁶².

Використання її в якості добрива має велике значення як з економічної, так і з екологічної точки зору: по–перше, солома без залишку повторно включається в кругообіг мінерального живлення рослин. Крім того, солома, розкладаючись в ґрунті на протязі тривалого часу, не забруднює її високими концентраціями нітратного азоту. При цьому відбувається збагачення ґрунту елементами живлення і підвищується вміст гумусу. З однією тонною соломи в ґрунт повертається 4,2 кг азоту, 1,7 кг фосфору, 8,3 кг калію, 4,2 кг кальцію, 0,7 кг магнію, і ряд мікроелементів, які більше накопичуються в соломі, ніж в зерні. Удобрення соломою підвищує доступність фосфору і калію в ґрунті, за рахунок розчинюючої дії речовин кислої природи, що утворюються при її розкладанні.

Найкраще на удобрення соломою реагують просапні, зернобобові, однолітні трави, ярові зернові. За перші 2–4 місяці зазвичай розкладається 40% соломи, а за 1,0–1,5 роки – до 80%, решта – пізніше. Тому цінність соломи як органічного добрива проявляється, головним чином, в її післядії.

Приклади економічної вигоди використання соломи як добрива¹⁰⁶³:

1. Затрати на прибирання соломи знижуються в два рази;
2. Утилізується велика маса органічної речовини, яка мінералізується в ґрунті, елементи її повністю поглинаються ґрунтовим комплексом, без виділення в повітряне середовище;
3. Солома повторно включається в кругообіг мінерального і органічного живлення рослин, для формування нової біомаси рослин і урожаю;
4. Із ліквідацією скирт знижується чисельність мишоподібних гризунів, накопичення насіння бур'янів.

¹⁰⁶¹ Кузнецова А.. Київ, Використання соломи в Україні – можливості та перспективи. Серія консультативних робіт [AgPP №. 31]. 2010. 24 с.

¹⁰⁶² Управління поживними рештками в технологій min-till та no-till на прикладі підприємств Криму <http://www.zerno.org.ua/articles/technology?start=10>.

¹⁰⁶³ Використання соломи. URL: https://www.poettinger.at/uk_ua/Newsroom/Artikel/6673.

Відмічається¹⁰⁶⁴, що у землеробстві будь-яка побічна продукція рослинництва, у тому числі й солома, повинна бути раціонально та ефективно використана на добрива. Залишки соломи утворюються практично в усіх регіонах країни і за деякими оцінками фахівців складають 70–100 млн т.

На жаль, значна кількість соломи залишається незібраною, а це щорічно призводить до великих її втрат. Це пояснюється тим, що на збирання соломи припадає до 65 % витрат, пов'язаних із збиранням зернових. Тому важливою проблемою сучасного землеробства стає розроблення ефективних технологій використання соломи в системі живлення культур сівозміни.

Щорічний вихід соломи після збирання зернових становить близько 210 млн т, або 1,8 т/га зі збиральної площі і витрачання (втрати її!) орієнтовно виглядають так: 20–35 % – зібраної соломи використовують на корм худобі, 10–15 % – для підстилки, близько 5 % – як паливо, понад 45 % приорюють, а у гіршому випадку спалюють на полі.

Подрібнена і приорана в ґрунт солома під впливом мікроорганізмів, грибів і актиноміцетів розкладається. Швидкість мікробного розкладання залежить від кліматичних умов, типу ґрунту, наявності в ґрунті сприятливих умов для мікроорганізмів і їх чисельності, температури ґрунту і аерації, видового складу та активності, окультурення, його фізичних, хімічних і біологічних властивостей, виду і складу соломи, способів її використання на добрива.

Через три місяці після внесення соломи в ґрунт наполовину розкладаються мікроорганізмами водорозчинні органічні речовини. Пізніше розкладаються целюлоза та інші органічні речовини, що розчиняються у спиртах і ефірах. Найповільніше розкладається лігнін.

Важливо пам'ятати, що внесення до ґрунту соломи, матеріалу, який багатий на вуглець та бідний на азот, призводить до закріплення легкодоступного азоту в ґрунті унаслідок посилення мікробіологічної діяльності та до зменшення врожайності наступної культури. Для пришвидшення розкладання і усунення депресії урожайності першої (наступної) культури в ґрунт треба додатково вносити амонійний азот, який краще засвоюється мікроорганізмами, що розкладають солому. Встановлено, що для розкладання 1 т соломи достатньо 7–10 кг амонійного азоту¹⁰⁶⁵.

Останнім часом заслуговують на увагу рекомендації щодо комбінації та сумісного використання соломи і різних видів зеленого добрива. Збільшення продуктивності ланок сівозміни підтверджує необхідність внесення соломи і вирощування сидератів.

Внесення соломи разом із зеленими добривами сприяє активізації біологічних процесів у ґрунті, покращує забезпечення рослин доступними формами азоту, створює кращі умови для формування урожаю.

¹⁰⁶⁴ Шувар І. Використання соломи як органічних добрив. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/800-vykorystannia-solomy-iak-orhanichnykh-dobryv.html>.

¹⁰⁶⁵ Шувар І. Використання соломи як органічних добрив. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/800-vykorystannia-solomy-iak-orhanichnykh-dobryv.html>.

Відмічається¹⁰⁶⁶, що за даними ряду дослідників, сумісне використання соломи з іншими видами органічних добрив – з рідким гноєм, з торфом, зеленими добривами – має важливе значення у поліпшенні родючості ґрунтів та збільшенні врожайності сільськогосподарських культур. Багата маса проміжних культур на сидерат, при використанні її разом із соломою, компенсує нестачу азоту в останній та робить поєднання цих видів органічних добрив високоефективними.

Разом з тим, додатково відмічається, що в Україні виробляють в середньому близько 50–60 млн т зернових та приблизно таку ж кількість соломи, яку використовують для годівлі тварин та підстилки, для удобрення ґрунту, а можливий її залишок становить 20–40%. Його успішно використовують для виробництва енергії або будівельних матеріалів, для ведення грибництва, а також традиційно виготовляють головні убори – брилі, жіночі капелюшки та ін. Багаторічні дослідження та економічний аналіз показали, що незважаючи на досвід використання соломи в Україні на добрива і паливо, резерв цього природного ресурсу у сільському господарстві використовується ще недостатньо. Адже наявність залишків соломи, яку часто спалюють на полях (збільшуються обсяги викидів вуглекислого газу, і, як наслідок, посилення «парникового ефекту», нормальне біологічне функціонування ґрунту в цьому випадку відновлюється тільки через 2–3 місяці), свідчить про дисбаланс між тваринництвом і землеробством. За середніми даними аналізів, залежно від умов вирощування, культури, з 1 тонною соломи до ґрунту надходить 5,2 кг азоту, 2,3 кг фосфору, 10,3 кг калію, 3,2 кг кальцію, 1 кг магнію та інших мікроелементів.

Використання соломи на добриво¹⁰⁶⁷ – це процес невидимий, на перший погляд, однак дає свої позитивні результати щонайменше через рік часу. Раптових змін родючості можна «досягти» за умов безгосподарного ведення землеробства та господарства загалом (бездумно переорювати ґрунт, спалювати солому на полі, не вносити органічні добрива, недотримуватися сівозмін, виснажувати ґрунт тільки вирощуванням беззмінно культур, що дають продукцію вигідну для ринку – і, як кінцевий результат, стрімке/катастрофічне зменшення родючості і фізичне руйнування верхнього родючого шару ґрунту.

Зменшення кількості поголів'я тварин, розширення площі посіву зернових і капустяних культур, які дають велику кількість соломи, є актуальною проблемою не тільки для сільського господарства. Нею ґрунтовно займаються і фахівці енергетичної галузі. Та попри усе це необхідно пам'ятати, що серед законів землеробства існує закон, якого ніхто не відміняв і не матиме ніколи на це права – Закон повернення поживних речовин до ґрунту! у комплексі і взаємопов'язано з іншими законами. Наукове розуміння і практичне

¹⁰⁶⁶ Шувар І. Використання соломи як органічних добрив. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/800-vykorystannia-solomy-ia-organichnykh-dobryv.html>.

¹⁰⁶⁷ Шувар І. А., Шувар А.І., Сендецький В.М., Тимофійчук О.Б. Солома допоможе родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. 2015. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/592-soloma-dopomozhe-rodichosti-hruntu.html>.

використання цих законів уможливають ефективно регулювати родючість ґрунту й отримувати високі врожаї сільськогосподарських культур без негативного впливу на довкілля¹⁰⁶⁸.

За результатами багаторічного дослідження кафедри загального землеробства Львівського національного аграрного університету (Шувар І. А., 2005, 2010)¹⁰⁶⁹ встановлено, що за умов біологізації землеробства внаслідок використання на добриво соломи та зеленої маси капустяних культур на сидерат у п'ятипільній польовій сівозміні кількість водотривких агрегатів на час збирання врожаю в орному (0–20 см) і підорному (20–40 см) шарах в середньому досягла 79,7 % (коефіцієнти структурності 2,59), або збільшилась порівняно до показників на час сівби культур відповідно на 9,97 і 10,3 %; на господарському контролі – відповідно 76,2 % (коефіцієнти структурності 2,36), або збільшилась на 8,46 і 8,12 %.

Солома, окрім важливої удобрювальної функції, є цінним джерелом надходження поживних речовин до ґрунту для утворення гумусу, що свідчить про цінність орних земель. В Україні, як у сусідній Польщі, серед сільськогосподарських культур переважають посіви зернових. Вирощування зернових у беззмінних посівах не гарантує очікуваних результатів. Натомість, солома як добриво є надзвичайно важливим джерелом надходження органічних речовин до ґрунту і вміст гумусу, яка впливає на сорбційну здатність і водні властивості ґрунту. Цим ми можемо забезпечити надходження близько 70 % органічних речовин близьких за вартістю до норми підстилкового гною.

Рослини, які найбільше реагують на внесення соломи, – просапні і родини капустяні, а серед просапних – картопля. У сівозмінах, насичених зерновими культурами, необхідно мати на увазі небезпеку ураження рослин хворобами кореневої системи. Тому не можна пріорювати солону на полі, де вирощували зернові частіше, ніж через 2 роки.

Солома є енергетичним матеріалом для культурного землеробства і повинна бути використана з користю для ґрунту – це уможливує замкнути малий біологічний кругообіг речовин, який був розірваний внаслідок систематичного відчуження значної частини біологічної продукції рослин. Внесення соломи збільшує вміст гумусу, поліпшує структуру ґрунту, зменшує схильність до ерозії, стимулює процес азотфіксації, є джерелом живлення для мікроорганізмів у ґрунті. Поліпшуються також водний і повітряний режими і вбирна здатність ґрунту.

У сучасних виданнях опубліковано значну кількість матеріалів, які стосуються використання соломи на добриво. Проте наукові дослідження і виробничий досвід вкотре підтверджують про доцільність і необхідність, за

¹⁰⁶⁸ Шувар І. А., Шувар А.І., Сендецький В.М., Тимофійчук О.Б. Солома допоможе родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. 2015. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/592-soloma-dopomozhe-rodichosti-hruntu.html>.

¹⁰⁶⁹ Шувар І. А., Шувар А.І., Сендецький В.М., Тимофійчук О.Б. Солома допоможе родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. 2015. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/592-soloma-dopomozhe-rodichosti-hruntu.html>.

сучасних умов ведення землеробства, використовувати частину соломи на добриво з високими показниками екологічності й ефективності для родючості ґрунту.

Наголошується^{1070 1071}, що в умовах нестачі органічних добрив в Україні великий акцент робиться на використанні побічної продукції рослинництва для поповнення запасів органічної речовини ґрунту. При розкладанні кореневих та післяжнивних решток зернових культур, у зв'язку з відносно низьким вмістом у їхньому складі азоту, процеси мінералізації переважають над процесами гуміфікації, оскільки безазотисті гумусові сполуки нестійкі і досить швидко мінералізуються. Встановлено, що для кореневих решток озимої пшениці коефіцієнт гуміфікації знаходиться в межах 0,15–0,18 (C:N= 35–40:1), для соломи – близько 0,10 (C:N=80:1). За рахунок широкого співвідношенням у соломі C:N під час її розкладання, мікроорганізми споживають мінеральний азот з ґрунту. За даними Кононової коефіцієнт гуміфікації органічних добрив становить 0,2–0,3 (C:N = 25–35:1). При розкладанні соломи до ґрунту надходить не тільки певна кількість необхідних рослинам мінеральних сполук, але й багато вуглекислого газу (від 25 % від загальної маси соломи). Сполучаючись з водою, він утворює вугільну кислоту, яка сприяє переводу у розчинну форму певної кількості поживних елементів ґрунту. Солома поліпшує повітряний і поживний режими рослин. При розкладанні внесеної в ґрунт соломи переважають два основних процеси трансформації органічної речовини до кінцевих продуктів: вуглекислоти, води і мінеральних елементів (мінералізація) і до утворення стабільних гумусових речовин (гуміфікація). Розклад рослинних решток у ґрунті проходить повільно і залежить від якості їхнього загортання і погодних умов. Встановлено, що за 2,5 – 4 місяці розкладається до 46 % соломи, за півтора–два роки – до 80 %, решта – пізніше. При розкладанні 1 кг соломи в ґрунті, вже через 3 місяці, утворюється близько 50 г гумусу, а через 2 роки новоутворення закінчується, досягаючи максимального значення – близько 90–100 г. Новоутворені гумусові речовини належать до складу так званого «поживного гумусу», а через 4 роки відзначається їх зменшення до 70 г (табл. 2.72).

При цьому вказується¹⁰⁷², що серед традиційних культур інтенсивних сівозмін в Україні, найбільша маса побічної продукції, за середньої урожайності зерна і насіння, формується на посівах кукурудзи – 8,5 т/га. Соняшник забезпечить надходження побічної маси у ґрунт на 42,4 % менше – 4,9 т/га, пшениця озима – на 45,9% менше – 4,6 т/га. Найменша маса побічної продукції накопичується при вирощуванні ріпаку озимого – 3,6 т/га та сої – 3,2

¹⁰⁷⁰ Ткачук О.П. Потенціал біомаси побічної продукції рослинництва для удобрення ґрунту. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/25065.pdf>.

¹⁰⁷¹ Овчарук В.В. Потенціал біомаси післяжнивних решток як органічного добрива. The scientific heritage. 2020. №,49. С. 4-7.

¹⁰⁷² Ткачук О.П. Потенціал біомаси побічної продукції рослинництва для удобрення ґрунту. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/25065.pdf>.

т/га. Це, відповідно, на 57,6% та 62,4 % менше, ніж утвориться побічної продукції на посівах кукурудзи.

Таблиця 2.72

Обсяги накопичення у ґрунті основних макроелементів при заорюванні рослинних решток побічної продукції рослин, кг/га¹⁰⁷³

Культура	Надійде у ґрунт за технології вирощування культур					
	традиційної			інтенсивної		
	N	P	K	N	P	K
Пшениця озима	20,24	10,12	143,06	36,52	18,26	258,13
Кукурудза	62,90	24,65	138,55	115,44	45,24	254,28
Соняшник	68,60	34,30	217,56	106,40	53,20	337,44
Ріпак озимий	58,68	32,40	54,00	84,76	46,80	78,00
Соя	38,40	11,52	16,00	67,20	20,16	28,00

Проте, у господарствах, що застосовують інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур та використовують високі норми мінеральних добрив і багаторазове внесення пестицидів, рівні урожайності сільськогосподарських культур значно вищі. Це зумовлює більший обсяг утворення побічної продукції. Зокрема маса побічної продукції кукурудзи може зростати на 45,5% – до 15,6 т/га, пшениці озимої – на 44,6 % – до 8,3 т/га, соняшнику – на 35,5% – до 7,6 т/га, сої – на 42,9% – до 5,6 т/га, ріпаку озимого – на 30,8% – до 5,2 т/га. За інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур кукурудза зберігає лідируючі позиції щодо обсягів утворення побічної продукції, що у 1,9 рази формує більшу біомасу побічної продукції, ніж пшениця озима, у 2,1 рази – ніж соняшник, у 2,8 рази – ніж соя та у 3,0 рази – ніж ріпак озимий. Найвищий вміст азоту у побічній продукції, згідно довідкових даних, має ріпак озимий – 16,3 кг/т, соняшник – на 14,1% менше, соя – на 26,4%, кукурудза – на 54,6%, пшениця озима – на 73,0% менше. Найвищий вміст фосфору також має побічна продукція ріпаку озимого – 9,0 кг/т, що на 22,2 % більше, ніж соняшника, на 60,0% – ніж сої, на 67,8% – ніж кукурудзи та на 75,6% більше, ніж пшениці озимої. Найвищий вміст калію має побічна продукція соняшника – 44,4 кг/т. Це на 30,0% більше, ніж пшениці озимої, на 63,3% – ніж кукурудзи, на 66,3% – ніж ріпаку озимого та на 88,7% більше, ніж сої.

Не слід забувати що характер заготівлі соломи напряму визначає можливість її використання як добрива. Так в Україні для заготівлі соломи зернових колосових застосовують такі технології¹⁰⁷⁴ (рис. 2.66):

¹⁰⁷³ Овчарук В.В. Потенціал біомаси післяжнивних решток як органічного добрива. The scientific heritage. 2020. №49. С. 4-7.

¹⁰⁷⁴ Коломієць Л.В., Мартиненко С.А., Левицька К.А. Оцінка шляхів використання відходів рослинницької продукції. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2018. Вип. 48. С. 154-164.

– потокову, коли подрібнена комбайном солома збирається у причеп і доставляється до місця зберігання;

– копіщева, коли копнувач у складі технологічної лінії комбайна формує окремі копиці масою до 300 кг, які залишаються за комбайном, а пізніше забираються і транспортуються волокушами або стоговозами;

– валкова, – коли спеціальний пристрій в агрегаті з комбайном укладає солону у валки. Валки надалі можуть тюкуватись валкопідбирачами;

– розсівна, – подрібнювач, агрегований з комбайном, розкидає солону по полю, щоб оптимізувати умови її загортання у ґрунт під час зорювання. Екологічно, звісно, це найдоцільніший спосіб використання соломи, оскільки органіка мінералізується у ґрунті, поліпшуючи його властивості.

Кілька десятиліть назад найчастіше застосовувалось валкоутворення, тому що солома використовувалась в тваринництві. Хоча солома і незамінна у використанні як підстилка для худоби, але вона має і ряд недоліків – швидко злежується, вражається грибками, спричиняє запиленість повітря. На сьогодні в умовах недостатнього розвитку галузі тваринництва відкрились можливості використання соломи як енергоносія.

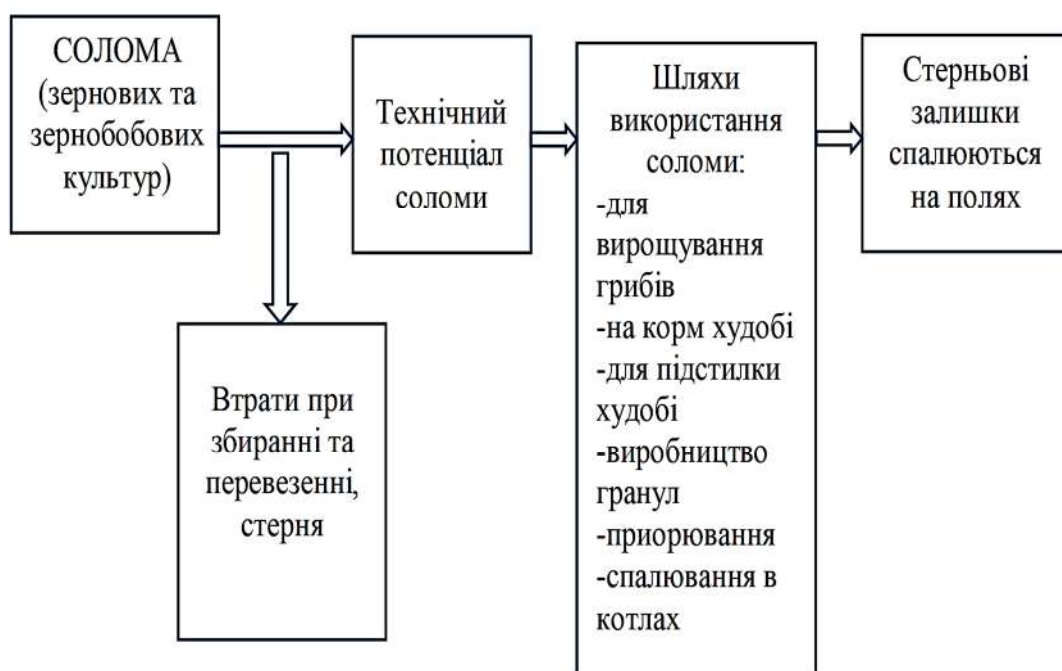


Рисунок 2.66 – Схема утворення та використання соломи в Україні¹⁰⁷⁵

Статистичні дані агрохімічної паспортизації подів, свідчать про негативну динаміку гумусу. Протягом останніх двох десятиліть спостерігається зниження внесення не лише органічних, а й мінеральних добрив, що й призводить до зменшення вмісту гумусу в ґрунтах. На 1 га в середньому зараз вноситься менш

¹⁰⁷⁵ Коломієць Л.В., Мартиненко С.А., Левицька К.А. Оцінка шляхів використання відходів рослинницької продукції. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2018. Вип. 48. С. 154-164.

ніж 1 тонна гною, а мінімальна потреба становить до 15 т/га. Тому втрати гумусу відбуваються з прискоренням, і становлять за рік біля 0.6–0.7 т/га¹⁰⁷⁶.

Солома та стебла є джерелом повернення органіки в ґрунт, але в певних умовах можуть спричинити небажаний вплив, оскільки збідненість біомаси на азот означає відбирання його з ґрунтових комплексів, тобто коли господарники збираються приорювати соломі, то мають потурбуватися про закупівлю та організацію внесення в ґрунт додаткових доз азотних добрив. Негативним впливом на культури є депресивна дія соломи, оскільки під час розпаду вивільняються фенольні сполуки, які токсичні для рослин. Це порушує обмін речовин та викликає хлороз рослин. За умови гарної аерації та високої біологічної активності ґрунтів небажані сполуки розкладаються швидше.

Щорічні відходи сільського господарства в Україні (солома, стебло, качани кукурудзи, стебла та лушпиння соняшнику) становлять приблизно 49 млн. тонн, з яких на власні потреби сільських господарств використовується не більше 34 млн. тонн, решта розподіляється на завжди раціонально, але потенційно може бути використана для виробництва енергії (табл. 2.73)

Таблиця 2.73

Потенціал біомаси рослинних відходів в Україні¹⁰⁷⁷

№ п/п	Тип біомаси	Енергетичний потенціал, млн. т у.п./рік
1	Солома зернових культур	5,6
2	Стебла, качани кукурудзи на зерно	2,4
3	Стебла та лушпиння соняшника	2,3
4	Біогаз з гною	1,6
5	Біогаз з осаду стічних вод	0,2
6	Звалищний газ	0,3
7	Відходи деревини	2,0
8	Паливо з твердих побутових відходів	1,9
9	Рідкі палива з біомаси (біодизель, біоетанол, та ін.)	2,2
10	Енергетичні культури (верба, тополя, та ін.)	5,1
11	Торф	0,6
	Всього	24,2

¹⁰⁷⁶ Голуб Г.А., Таргоня В.С. Технічне забезпечення органічного виробництва сільськогосподарської продукції та біопалив. Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві. Запоріжжя: ІМТ НААН України, 2011. Вип. 2(8). 239 с.

¹⁰⁷⁷ Коломієць Л.В., Мартиненко С.А., Левицька К.А. Оцінка шляхів використання відходів рослинницької продукції. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2018. Вип. 48. С. 154-164.

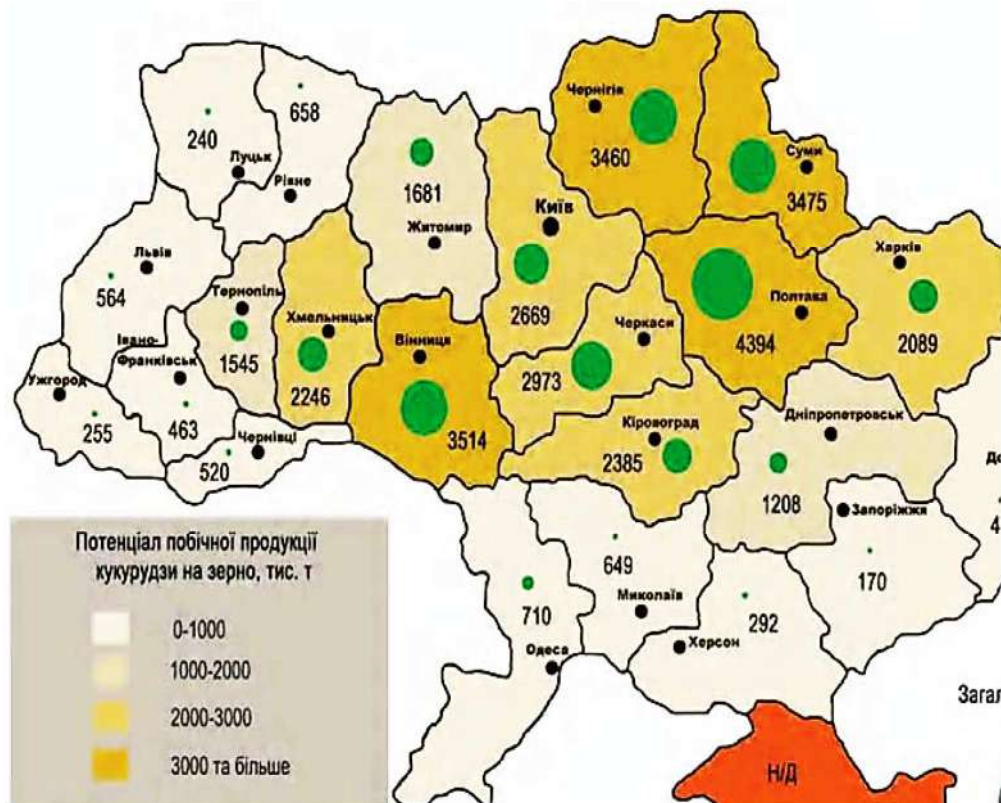


Рисунок 2.67 – Потенціал побічної продукції пожнивних решток кукурудзи¹⁰⁷⁸

Відмічається¹⁰⁷⁹, що під час збирання врожаю зернозбиральним комбайном з кукурудзяною жаткою рослинні рештки перерозподіляються частково у стерні, за жаткою комбайна та за комбайном. Найбільший обсяг біомаси із стебел і листя утворюється за жаткою, що у вологому стані дорівнює 0,96 маси зерна.

Технологічні операції заготівлі пожнивних решток з послідуочим вивезенням із поля у загальному випадку передбачають подрібнення, розподілення та ущільнення біомаси. Відповідно до способів заготівлі ПП кукурудзи на зерно, можна виділити п'ять базових технологій. Крім цього, розподілену після зернозбирального комбайна ПП кукурудзи можна тюкувати, але є низькою ефективність підбирання залишків (2530%), тому це економічно недоцільно. Використовуючи поєднання базових технологій можна забезпечити збирання певної кількості біомаси, чого важко досягнути при заготівлі соломи зернових колосових, сої та ріпаку з огляду на те, що вся ПП зосереджується за комбайном.

¹⁰⁷⁸ Коломієць Л.В., Мартиненко С.А., Левицька К.А. Оцінка шляхів використання відходів рослинницької продукції. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2018. Вип. 48. С. 154-164.

¹⁰⁷⁹ Коломієць Л.В., Мартиненко С.А., Левицька К.А. Оцінка шляхів використання відходів рослинницької продукції. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2018. Вип. 48. С. 154-164.

Також є значний потенціал накопичення стебел та кошиків соняшнику в рослинництві. Культура вкрай затребувана на внутрішньому і зовнішньому ринках, – олія, шрот реалізуються за високими цінами. Особливо цінується олія першого холодного віджиму, але це в основному експортний продукт, пересічним українцям більш доступною є екстрагована олія, яку отримують вторинним вилученням за допомогою гексанового розчинника.

Для використання ПП соняшнику як енергетичної сировини необхідно забезпечити правильні умови збирання. Якщо агрегат комбайн–жатка обладнано подрібнювачем, він зрізає стебла та вивантажує їх у полі невеликими копами. Якщо стебла залишаються на полі, використовують дискові луцильники для оптимізації умов мінералізації даних решток.

Важливо зауважити, що на думку деяких вчених, спалювання стерні та соломи є ефективним заходом для контролю чисельності шкідників та хвороб. Однак інші фахівці розуміють антиекологічність та безглуздість такого заходу. Так, наприклад американські вчені, що проводять ретельні дослідження, стверджують, що спалювання стерні та соломи не являється ефективним в боротьбі з грибковими хворобами, а от шкода яку завдає даний захід є очевидною. По – перше, перетворюючись на попіл, згорають напіврозкладені органічні рештки. По – друге, за температури вище 100 0C спалюється гумус, особливо коли солома лежить у валках. При цьому відбувається безповоротна втрата органічного вуглецю 1500 – 1700 кг/ га та азоту 20–25 кг/га. По – третє, гинуть корисні мікроорганізми, кількість азотобактерій і актиноміцетів зменшується у 300 – 700 разів, грибів у 200 –300 разів. Зменшується мезофауна, особливо дощові черв'яки та інша біота ґрунту, що відіграють не менш важливу роль в утворенні органічної речовини та формуванні структури ґрунту. При спалюванні стерні та соломи у нормі 2 т/га у безвітряну погоду в зоні Лісостепу на ґрунті, який містить 4 % гумусу, втрати його становитимуть 800 кг/га, а ґрунт при цьому втрачає стійкість до ерозійних процесів. При цьому ще раз відмічається, що Повернення побічної продукції у ґрунт створює умови для активнішого кругообігу речовин у землеробстві. Це відзначав ще в ХІХ столітті відомий німецький вчений Юстус фон Лібіх: « Поверніть ґрунту те, що Ви у нього взяли або не чекайте від нього у майбутньому стільки, скільки раніше».

Щорічно урожай соломи і стерні зернових в Україні складає 45–60 млн. тонн, рослинних рештків кукурудзи, соняшнику, ріпаку та інших сільськогосподарських культур – 35–45 млн. тонн. Лише 45–65% соломи і інших рослинних рештків використовується на добрива (компости і заробки в ґрунт), корм худобі, як сировина для промисловості, а решта спалюється.

Солома містить 15% води та 85% органічної речовини і є важливим резервом збільшення органіки в ґрунті. За вмістом органічної речовини 1т соломи прирівнюється до 3–4 т підстилкового гною і синтезує 160 – 180 кг гумусу.

Приорювання соломи¹⁰⁸⁰ необхідно ретельно спланувати і якісно приорати. Стерня, що залишається за збиранням врожаю, не повинна перевищувати 20 см. Солому необхідно максимально подрібнювати обладнаннями січкарнями комбайнами, найменші частинки не повинні перевищувати 15 см. Часто солому залишають у покосах, а пізніше спалюють на полі, чого категорично не можна робити! Подрібнена солома повинна бути рівномірно розподілена на поверхні поля, що уможливить якісне її приорювання й одночасно швидший перебіг процесу її розкладання. Найчастіше для цього використовують культиватори-луцильники і борони, які за один прохід виконують дві функції – луциння і боронування. Адже неякісно подрібнена і не розкладена солома негативно впливає на якість сівби культури, гальмує появу сходів рослин.

Швидкість розкладання соломи значно залежить від наявності азоту в ґрунті та від кількості доданого до приораної соломи азоту. Для перебігу цього процесу можна додавати азот у різних формах: мінеральний (аміачна селітра, сульфат амонію, сечовина), або у вигляді гною, рідкого гною, гноївки, барди спиртзаводів. Для забезпечення швидких темпів розкладання соломи відповідно до вимог озимих культур на кожну тонну соломи необхідно внести близько 10 кг азоту.

Недоцільно приорювати солому на добриво на ґрунтах, що мають малу біологічну активність, сильну кислотність, а також надто пересушених. Нестача вологи у ґрунті, як і її надлишок, можуть негативно впливати на перебіг розкладання органічних речовин соломи.

На легких ґрунтах (легкого гранулометричного складу) солому необхідно загортати у ґрунт на глибину близько 10 см, а на важких – 8 см.

Відчутний ефект від застосування соломи на добрива для вмісту гумусу помітний не відразу. Однак цього можна досягти за умов дотримання усіх вимог її застосування, уже через кілька років може проявитись її значення продукційним ефектом для рослин.

У зв'язку з дороговизною мінеральних добрив у більшості господарств подрібнену солому безпосередньо загортають у ґрунт, проте від такого внесення першого року ефекту немає (можливе навіть зменшення урожайності), оскільки солома перегниває, особливо кукурудзяна, впродовж 2–3 років.

Солому на добриво варто вносити в першу чергу на збіднених ґрунтах¹⁰⁸¹. Удобрення соломою – непростий агрозахід. Солому необхідно подрібнити, рівномірно розподілити по поверхні поля і заорати в ґрунт. При неналежному внесенні соломи виникають небажані явища, такі як забивання робочих органів ґрунтообробних і посівних машин, незаробка або нерівномірна глибина заробки

¹⁰⁸⁰ Шувар І. А., Шувар А.І., Сендецький В.М., Тимофійчук О.Б. Солома допоможе родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. 2015. URL: <http://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/592-soloma-dopomozhe-rodichosti-hruntu.html>.

¹⁰⁸¹ Солома – цінне органічне добриво http://vilne.org.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=6396:soloma-cinne-organichne-dobryvo&catid=14:dimsad&Itemid=19

насіння в ґрунт, недостатній контакт насіння з ґрунтом, збільшення кількості збудників хвороб і шкідників, зменшення ефективності дії гербіцидів¹⁰⁸².

Для того, щоби солома стала по-справжньому цінним органічним добривом, а не наповнювачем, який заважає обробітці ґрунту, вона має якнайшвидше розкладатися. Солома швидше розкладається при хорошому доступі повітря в ґрунт (в аеробних умовах). На нейтральних ґрунтах, добре забезпечених поживними елементами, солома розкладається протягом 3–4 років, на кислих важких – 4–5 років. Глибоке заорювання соломи викликає несприятливий ефект, тому що при розкладанні її в нижніх шарах орного горизонту утворюються летючі жирні кислоти, які негативно впливають на кореневу систему рослин. При внесенні у верхню третину орного шару солома розкладається швидше і накопичення шкідливих речовин не спостерігається.

До негативних властивостей соломи слід віднести її депресивну дію на культуру, під яку вона вносила як добриво. Встановлено, що крім широкого співвідношення C:N, інгібіторна дія пов'язана із присутністю в соломі розчинних форм органічних сполук. Водна витяжка зі свіжої соломи гальмує розвиток рослин. У соломі та продуктах її розкладу виявлено ряд похідних фенолу, які справляють токсичний вплив на рослини. У ґрунті продукти розкладу соломи (кислоти) помітно інгібують ріст рослин. Фітотоксичний ефект продуктів розкладу проявляється в затримці росту коріння, порушенні обміну речовин а також виникненню хвороби рослин – хлорозу.

Особливо багато шкідливих сполук накопичується за анаеробного розкладання соломи. В аеробних умовах і в ґрунтах з високою біологічною активністю токсичні сполуки розкладаються швидше. Дослідами встановлено, що велике значення в усуненні депресивного ефекту соломи на рослини має азот. Його високі дози зводять до мінімуму депресивний вплив витяжки із соломи¹⁰⁸³.

Через високий вміст вуглецю та широке співвідношення між C:N у соломі злакових культур (70–80:1), сповільнюється процес мінералізації, що призводить до недооцінки соломи, як джерела органічної речовини для компенсації втрат гумусу¹⁰⁸⁴. За своєю удобрювальною цінністю 1 т соломи відповідає 3,5–4 т гною, ізогумусовий коефіцієнт соломи злакових культур коливається за різними джерелами від 0,15 до 0,25, отже, з 3–4 т соломи у ґрунті може утворитися від 0,45 до 1 т гумусу на 1 гектарі.

¹⁰⁸² Рекомендації Інституту сільського господарства північного сходу НААНУ, 2010 рік <http://www.isgps.com.ua/%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97-2010/>

¹⁰⁸³ Екологічні проблеми землеробства. За ред. І.Д. Примака. К.: Центр учбової літератури, 2010. 456 с.

¹⁰⁸⁴ Таркалсон Д.Д. Последствия отчуждения соломы при возделывании пшеницы и ячменя: обзор литературы / Д.Д. Таркалсон Б. Браун, Г. Кок, Д.Л. Бьорнберг. Питание растений, 2013. № 2. С. 2-5.

Дослідженнями В.Г. Мінеєва¹⁰⁸⁵ встановлено, що з мінералізації соломи майже всі необхідні рослинам елементи живлення вивільнюються, зокрема і мікроелементи, яких у соломі акумулюється більше, ніж у зерні. Авторами доведено, що 10–20 % соломи гуміфікується, а 60–90 % мінералізується^{1086 1087}.

З добрив, що застосовуються в даний час, солома містить найбільшу кількість органічної речовини. В 1 тонні гною міститься близько 270 кг органічної речовини (при 85% вологості), тоді як в 1 тоні соломи – 800 кг. Підраховано, що у ґрунт із соломою повертається близько 3200 кг/га органічної речовини (за середньої врожайності зернових 3,0 т/га). У орному горизонті від 1 тонни соломи накопичується до 200–250 кг/га органічної речовини¹⁰⁸⁸.

Середній хімічний склад соломи злакових та зернобобових культур представлений у таблиці 2.74.

Заробка соломи у ґрунт не подрібненої соломи уповільнює її розкладання, тому для більш ефективної дії солону злакових культур перед закладенням у ґрунт необхідно подрібнити за допомогою навісної солморізки (ІСН–1200/1500, ІСН – 3М, ІСН –2Б, ІСН – 3У, Торнадо) вмонтованим у комбайн солмоподрібнювачем. За відсутності в господарстві того й іншого солону можна подрібнити за допомогою дискових борін, але цей прийом суттєво поступається, тому що відбувається неповне подрібнення та нерівномірний розподіл соломи по полю. Солону після подрібнення можна залишити на поверхні і заорати пізно восени або, якщо солома вноситься під пар, рано навесні.

Вирішальним для вибору способу заробки соломи в ґрунт для господарства є ґрунтово-кліматичні умови господарства.

Мульчування-покриття (залишення) соломи на поверхні ґрунту без загортання. Даний прийом ефективний на ґрунтах з низькою біологічною активністю середньо або легкосуглинистого гранулометричного складу. При залишенні соломи лежить на поверхні створюються найбільш оптимальні умови її розкладання і гуміфікації. Також зменшується випаровування води із поверхні ґрунту. Крім того покритий соломою ґрунт може бути оброблена в більш пізні терміни.

Поверхнєве закладення соломи. Закладення соломи луцильником є гарним прийомом прискорення її розкладання на ґрунтах важкого гранулометричного складу. Перевагою цього прийому є насамперед те, що солома у верхній частині орного шару розкладається досить швидко, а насіння бур'янів сильно пошкоджується, але при високій потенційній засміченості поля закладення

¹⁰⁸⁵ Мінеєв В.Г. Эколого-агрохимические аспекты биологизации земледелия. Агрохимия, 1995. № 4. С. 108-115.

¹⁰⁸⁶ Мінеєв В.Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В.Г. Мінеєв, Б. Дебрецени, Т. М. Мазур. М.: Колос, 1993. 415 с.

¹⁰⁸⁷ Надёжкин С.М. Гумусное содержание чернозема выщелоченного при сидерации / С.М. Надёжкин, Ю.В. Корягин, Т.Б. Лебедева. Агрохимия. 1998. №4. С.29-34.

¹⁰⁸⁸ Каюмов М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 1989. 320 с.

соломи практично не впливає на засміченість¹⁰⁸⁹. Необхідно уникати поверхневого закладення соломи в посушливі роки. У вологі роки з великою кількістю осінніх дощів закладення соломи луцильником (ЛДГ 10, 10А і 15) збільшує врожайність, ніж мульчування соломною. Причиною негативного впливу є погіршення умов аерації самої соломи і, як наслідок інтенсивності діяльності мікроорганізмів, що розкладають соломю.

Таблиця 2.74

Середній хімічний склад соломи злакових та зернобобових культур, %¹⁰⁹⁰

Культура	Суша речовина	Органічна речовина	Вміст у повітряно-сухій масі							Відношення C:N N=1
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	зола	
Озиме жито	86	82	0,5	0,3	1,0	0,3	0,1	0,16	3,9	85
Озима пшениця	86	81	0,4	0,3	0,6	0,3	0,1	0,04	4,8	80
Ячмінь	83	81	0,5	0,2	1,0	0,3	0,1	0,15	4,5	80
Овёс	82	79	0,6	0,6	10,9	0,4	0,9	1,00	5,8	60
Яра пшениця	85	82	0,6	0,6	2,6	2,0	0,8	1,10	5,2	65
Ріпак	86	80	0,7	0,2	1,0	2,0	0,2	0,30	4,8	55
Горох	84	81	1,4	0,3	0,5	1,8	0,3	0,32	3,9	30
Вика	86	81	1,4	0,3	0,6	0,6	0,4	0,50	4,4	30

Заорювання соломи. Від ранньої заорання соломи по можливості слід відмовитись. Найраніший термін заорання соломи через 3–4 тижні після її розкидання. На важких ґрунтах при закладенні соломи під плуг необхідно звертати увагу на більш рівномірне та ретельне виконання цього прийому.

При виборі місця внесення соломи необхідно враховувати тип ґрунту та вид культури, під яку планується закладати соломю.

Однією з умов впливає ефективність застосування соломи є кількість поживних речовин, структура і реакція ґрунтового середовища. Слід уникати застосування соломи на кислих ґрунтах, ґрунтах важкого гранулометричного складу з низькою біологічною активністю. На таких ґрунтах спостерігається

¹⁰⁸⁹ Зубарев Ю.Н. Влияние основной обработки и заделки соломы в почву на засоренность и урожайность зерновых культур в звене «озимая рожьчмень-овёс» в Предуралье. Аграрная наука ЕвроСеверо-Востока. 2011. № 1. С. 42-46.

¹⁰⁹⁰ Сохранение органического вещества в дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья и повышение продуктивности культур полевого севооборота : рекомендации / Ю. А. Акманаева, Л. В. Дербенева, М. Г. Субботина ; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образов. «Пермский гос. аграрно-технологич. ун-т им. акад. Д.Н. Прянишникова». - Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2017. - 56 с.

посилення росту грибної мікрофлори, що призводить до ураження культур кореневими гнилями. На кислих ґрунтах для розкладання соломи необхідно більш вузьке співвідношення між вуглецем і азотом ($C:N = 10-15:1$), ніж на нейтральних та слаболужних ($C:N = 22-27:1$). Для усунення негативного впливу біологічного зв'язування азоту (споживання азоту мікроорганізмами) необхідно правильно вибирати культуру, під яку вноситиметься солома. Кращими культурами є бобові і зернобобові, оскільки живлення цих культур меншою мірою залежить від мінерального азоту ґрунту¹⁰⁹¹. На просапних культурах також немає помітного зниження врожайності, оскільки багаторазова міжрядна обробка ґрунту і високі дози добрив прискорюють розкладання соломи, і більшість біологічно закріпленого азоту стає доступна культурам, що вирощуються¹⁰⁹².

Через широке співвідношення вуглецю до азоту в солومی зернових культур сповільнюється розкладання соломи і дуже часто проявляється негативний вплив на врожайність культур, що вирощуються. Для усунення цього потрібно додатково вносити мінеральний азот.

Доза азоту на 1 т соломи залежить від багатьох факторів: ґрунтові умови, погодні умови, кількості соломи, способу внесення, наявності зеленого добрива, культури, під яку буде внесена солома, способу та частоти внесення. Так як ці фактори для кожного господарства сильно можуть відрізнятися, то ефективність тієї чи іншої дози може бути різною. Більшість дослідників¹⁰⁹³ рекомендують на темно-сірих та чорноземних ґрунтах вносити 4–7 кг азоту на 1 т соломи, на дерново-підзолистих не менше 12–15 кг. При систематичному внесенні соломи (2–3 рази за сівозміну) дози азоту можна зменшити на дерново-підзолистих ґрунтах до 8–10 кг/т соломи, а на темнокольорових до 1–2,5 кг/т.

Найкраще формою азоту для додаткового добрива є амонійна форма. S.L. Jansson¹⁰⁹⁴ у досліді з міченим азотом⁵ встановив, що швидкість розкладання соломи збільшується при внесенні амонійного азоту, оскільки іон амонію охоче поглинається мікроорганізмами. Проти застосування нітратної форми азоту говорить і те, що при її внесенні посилюється денітрифікація та втрати азоту внаслідок його вимивання. Вибираючи форму, також слід враховувати термін внесення та застосування основного добрива. При неможливості внесення основного добрива під культуру, що вирощується, слід вносити повільно діючі азотні добрива. На легких ґрунтах при внесенні азоту восени під оранку слід

¹⁰⁹¹ Boguslawski E. V. Die Verwertung der StrhdungungalsStrohdungung. Arb.DLG, 1964. DLG-Verlag, Frankfurt/Main. pp. 1-60.

¹⁰⁹² Вишневский В.А., Музыка Т.Г. и др. Продуктивность зернокартофельных севооборотов на песчаных почвах Полесья УССР. Агрономические основы специализации севооборотов. Киев, 1987. 217 с.

¹⁰⁹³ Kessel W.C. Zwischenfrucht – Grundracheunweetfreundliche Nematodenreduzierung. Zucketrube, 1989. Bd. 38. №. 4. 228 p.

¹⁰⁹⁴ Jansson S.L. Hallam M.J. Bartholomew W.V. Preferential utilization of ammonium over nitrat by microorganisms in the decomposition of oat straw. Plant and Soil, 1955. P. 382-390.

враховувати можливість його вимивання. При закладенні лушильником азот можна вносити у вигляді сечовини (карбаміду).

Разом з тим, існуюча традиційна технологія використання соломи та інших рослинних решток на добрива передбачає загортання їх у ґрунт (оранка або дискування) із внесенням азотних мінеральних добрив^{1095 1096}. Проте вона має суттєві недоліки, а саме:

– процес розкладання соломи та інших рослинних решток розтягується на 2,5–3 роки, при цьому мікроорганізми мобілізують з гумусу мінерального азоту по 10 кг д.р. на 1 т соломи, створюючи азотне голодування для наступних культур. При внесенні аналогічної кількості мінерального азоту процес розкладання дещо пришвидшується і баланс азоту під наступну культуру не змінюється;

– за приорування соломи, нерівномірно розкиданої на полі, на місцях валків поселяється велика кількість мікроорганізмів, грибів, які для розкладання целюлози виділяють значну кількість ферментів з умістом шкідливих для рослин фенольних сполук;

– після приорування соломи розмножується увесь аборигенний консорціум біоти – як корисних бактерій і грибів, так і шкідливих. Це призводить до збільшення патогенного навантаження на ґрун, поширення хвороб рослин і зменшення врожайності культур, погіршення якості продукції^{1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105}.

¹⁰⁹⁵ Використання соломи – ефективні техніко-технологічні рішення : рекомендації / [Колектив авторів]; за ред. В. І. Кравчука; Міністерство аграр. політики та прод-ва України; УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке : УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2012. 75 с.

¹⁰⁹⁶ Мишустин Е. Н. Использование соломы как органического удобрения. Москва : Наука, 1980. 267 с.

¹⁰⁹⁷ Агрохімія : підручник / Городній М. М. та ін. Київ : АЛЕФА, 2003. 778 с.

¹⁰⁹⁸ Бульо В. С., Сорочинський В. В. Сидерати і солома як фактори збереження родючості ґрунту. Землеробство ХХІ століття – проблеми та шляхи вирішення : матеріали міжвід. наук.-практ. конф. (Київ – Чабани, 8–10 черв. 1999 р.). Київ, 1999. С. 36–37.

¹⁰⁹⁹ Бутц Э. Агротехнические основы, техника и технология удобрения соломой. Международная система научной и технической информации по сельскому хозяйству. Москва : Агроинформ, 1976. 81 с.

¹¹⁰⁰ Кушнар'ов А., Кравчук В., Бобровний Е. Вплив ступеня подрібнення й глибини закладення соломи в ґрунт на інтенсивність її розкладання з 379 використанням біодеструктора «Стернифаг». Техніка і технології АПК. 2012. № 12 (29). С. 24–27.

¹¹⁰¹ Матюк Н. С., Полин В. Д., Абрашкіна Е. Д. Роль растительных остатков культур зернопропашного севооборота в регулировании плодородия дерново-подзолистой почвы. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2007. № 2. С. 3–11.

¹¹⁰² Стратегія застосування соломистих решток для удобрення та енергетичних потреб в Україні / С. Дегодюк, Е. Дегодюк, О. Літвінова, А. Кириченко. Київ, 2013. URL: irbis-nbuv.gov.ua

¹¹⁰³ Шувар І. А. Агротехніка вирощування культур у післяжнивних посівах та використання їх врожаю. Збірник наукових праць Львівського ДСГІ. Львів, 1995. С. 32–35.

¹¹⁰⁴ Шувар І. А., Шувар А. І., Сендецький В. М., Тимофійчук О. Б. Солома допоможе родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. 2014. №7 (312). С. 40–43.

Відмічається¹¹⁰⁶, що Для більш ефективного використання поживних решток, зокрема соломи, на даний час є можливість використовувати новітні технології та препарати, які за своєю природою є своєрідними біологічними каталізаторами. Так, наприклад, комплексний біопрепарат Біодеструктор стерні за рахунок наявності комплексу життєздатних мікроорганізмів (бактерії–азотофіксатори, фосфатмобілізувачі та молочнокислі бактерії, продуценти целюлози та інші), покращує функціонування і взаємодію хімічних, фізичних, біологічних факторів ґрунту, які обумовлюють покращення його родючості. Всі корисні мікроорганізми Біодеструктора стерні та місцевої мікрофлори, розмножуючись, за рік утворюють до 5 т/га власної біомаси, яка після відмирання є цінним джерелом живлення для мікроорганізмів і рослин. Подібною дією відзначаються також препарати Екстерн, Органік–баланс. Враховуючи видове обмеження культур, що вирощуються у сучасних сівознах, яке представлено пшеницею озимою, кукурудзою, соєю, соняшником, ріпаком озимим, саме з цих культур необхідно максимально використати побічну продукцію для поповнення запасів гумусу у ґрунті.

Останніми роками в Україні, переймаючи досвід іноземних агрофірм, пришвидшене розкладання соломи і рослинних решток забезпечують застосуванням технології, яка залежно від ґрунтово–кліматичних умов розташування господарства, системи сівозна, обробітку ґрунту передбачає загальну вимогу – заселити рештки селекційними, найбільш корисними і життєздатними та стійкими до несприятливих умов, в тому числі до високих температур та ультрафіолетового опромінення, мікроорганізмами, грибами і бактеріями. Для цього рослинні рештки обробляють біологічно активними речовинами – деструкторами^{1107 1108}.

Одна з функцій деструктора – ефективно розкладання органічних решток, однак вигода від використання деструктора не обмежується тільки ефективним розкладанням органічних решток. Головна мета застосування деструктора – відновлення балансу корисної мікрофлори, біоремедіація ґрунтів і зупинення деградаційних процесів та повернення їм втраченої родючості¹¹⁰⁹. Серед представлених на ринку деструкторів чільне місце займають, зокрема: «Вермистим–Д» (ПП «Біоконверсія»), біодеструктор «Екстерн» («БТУ–

¹¹⁰⁵ Sendetskyu. V. M. Use straw and plant residues into organic fertilizer using destructors straw. Modern directions in chemistry, biology, pharmacy and biotechnology. Lviv Polytechnic Publishing House, 2015. 456 с.

¹¹⁰⁶ Ткачук О.П. Потенціал біомаси побічної продукції рослинництва для удобрення ґрунту. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/25065.pdf>.

¹¹⁰⁷ Біодеструктори стерні – запорука родючості ґрунтів. Рекомендації «БТУ Центр», 2014. 14 с.

¹¹⁰⁸ Маменко П. ТОП-3 міфів про деструктори. Агробізнес сьогодні. 2018. № 13. С. 29.

¹¹⁰⁹ Рекомендації щодо використання соломи, поживних решток і культивування сидеральних культур для підвищення та збереження родючості ґрунтів / В. П. Ситник, М. Д. Безуглий, В. В. Адамчук та ін. Київ : ННЦ «ІМЕСГ», 2010. 36 с

Центр», Україна), «Мікроорганік» виробництва ТзОВ «Агрофірма Колос», деструктори ЕМ–1, Агрогоматгрунт, Цеоліт «Екосолома» та ін.^{1110 1111}.

Повідомляється¹¹¹², що за останні роки у багатьох країнах світу та в Україні широко впроваджують технології пришвидшеної деструкції сидератів, соломи і рослинних решток за допомогою біодеструкторів.

Деструктори рослинних решток розділяють на наступні групи¹¹¹³: мікробні препарати (грибного і бактеріального походження) та активатори мікрофлори (гумінові речовини, поживні середовища, біологічно активні сполуки).

Із деструкторів грибного походження зазвичай переважають препарати з вмістом грибів роду *Trichoderma*. Серед них найбільшою целюлозолітичною активністю характеризуються гриби *Tr. Harzianum* та *Tr. Reesei*. Решта грибів роду *Trichoderma* характеризуються більш вираженою фунгіцидною властивістю, ніж целюлозолітичною. Гриби цього роду є безпосередніми руйнівниками целюлози, вони виділяють велику кількість природних антибіотиків, тому є активними гуміфікаторами та дієвими антагоністами грибів і бактерій – збудників основних хвороб рослин.

До складу деструкторів бактеріального походження зазвичай входять азотфіксатори бактерій, фосфор і калій як мобілізатори бактерій. Бактерії роду *Bacillus* та інші деструктори бактеріального походження сприяють розмноженню всіх видів мікроорганізмів, які беруть участь в деструкції одночасно з грибами, що вже є у ґрунті. Тому в разі застосування деструкторів на основі бактеріальних мікроорганізмів їх ефективність часто залежить від наявності у ґрунті активних рас грибів

Для ефективної деструкції важливим показником є співвідношення між вуглецем та азотом (С:N), оптимум якого складає 20–30:1, тоді як наприклад у соломи зернових воно зростає до 70–90:1. Через таке широке співвідношення у процесі розкладу відбувається зниження нітратів та амонію у ґрунті, тобто мікробіологічні процеси зміщуються у бік іммобілізації азоту.

Саме головне, що потрібно пам'ятати¹¹¹⁴ – гумати нічого не розкладають, тобто не виконують ролі деструктора! Основна їх функція полягає в якості живильного середовища для мікроорганізмів. Все ж таки залишається основне

¹¹¹⁰ Деструкція соломи «Вермистимом-Д» – важливий резерв підвищення родючості ґрунтів. Аграрник. URL: http://www.agrarnik.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=3418:destrukt-siya-solomi-vermistimom-d-vazhlij-rezerv-pidvishchennya-rodyuchostigruntiv&Itemid=339.

¹¹¹¹ Пришвидження мінералізації соломи та поживних решток, фірма «Цеоліт», «Зерно». С. 44–46.

¹¹¹² Шувар І. А., Шувар А.І., Сендецький В.М., Тимофійчук О.Б. Солома допоможе родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. 2015. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiiia-sohodni/item/592-soloma-dopomozhe-rodichosti-hruntu.html>.

¹¹¹³ Спалювати чи заробляти? Вибір за Вами! Що приховують у собі рослинні рештки? URL: <https://spectr-agro.com/media/16/>.

¹¹¹⁴ Спалювати чи заробляти? Вибір за Вами! Що приховують у собі рослинні рештки? URL: <https://spectr-agro.com/media/16/>.

питання « Чи впливають гумати на процес розкладання рослинних решток? » – Звісно впливають, але опосередковано. Гумінові речовини з глинистою фракцією ґрунту утворюють гуміново–глинисті комплекси, які забезпечують високу структурну стійкість ґрунту, поліпшують вологозабезпечення, газообмін. Внесення гуматів разом з азотними добривами стане малозатратним та досить ефективним заходом, оскільки солі гумінових кислот не тільки підвищують дію азотних добрив на 20–30%, а й прискорюють термін розкладання органічних решток. В результаті відбуватиметься покращення фізико – хімічних властивостей ґрунтів, зв'язування і виведення токсичних та радіоактивних елементів, запускаються процеси самоочищення, нормалізується мікрофлора ґрунту. В результаті покращується їх родючість, мікроелементи, що містяться в ґрунті переходять у легкодоступну форму для рослин. Якщо хочете отримати високу ефективність від розкладання рослинних решток, то використовуйте деструктори з додаванням гуматів.

Після збирання зернових, кукурудзи чи соняшнику рослинні рештки подрібнюють наявними в господарстві подрібнювачами, рівномірно розподіляють на поверхні ґрунту і проводять обприскування біологічними препаратами (деструкторами) в нормі від 1,0 – 3,0 л/га на 1 – 2 т післязривних решток з невеликою кількістю азотних добрив (5–6 кг. д. р азоту на т) в поєднанні із гуміновими речовинами з нормою витрат робочого розчину 200 – 300 л. Після цього заробляють їх у ґрунт дисковими луцильниками. Робота ґрунтових мікроорганізмів триває 2–8 місяців та діє в широкому діапазоні температур: від +5 до +45 °С.

Неконтрольоване заробляння побічної продукції рослинництва (соломи, стебел кукурудзи, соняшнику, сої), крім позитивного ефекту, може створити ряд проблем аграрію. У першу чергу, це стосується соломи, яка має найдовший період розкладу у ґрунті – від пів до півтора року. Збільшення періоду розкладу органічної маси:

- посилює дефіцит азоту в ґрунті (мікроорганізми для деструкції використовують його ґрунтові запаси),
- сповільнюється інтенсивність розкладу та доступність рослинам елементів живлення, акумульованих у органічній масі
- слаборозкладена органічна маса збільшує нагромадження у ґрунті токсичних речовин, хвороботворних мікроорганізмів і т.п.

На процеси розкладання післязривних залишків істотно впливають такі фактори:

- Абіотичні: температура, вологість, кислотність (рН) та аерація ґрунту;
- Біотичні: співвідношення еколого–трофічних груп мікроорганізмів у ґрунті;
- Антропогенні: способи заробляння рослинних решток, внесення деструкторів чи інших речовин.

Отже, за посушливих кліматичних умов впливати на процеси розкладання пожнивних решток можна такими способами.

В умовах нестабільного зволоження кращим варіантом є оранка (ступінь деструкції складає 26,9 %). При цьому післяжнивні рештки розподіляються в різних шарах ґрунту та попадають у більш вологі нижні шари, де їх розкладання проходить інтенсивніше. Деяко нижча ступінь деструкції спостерігається за глибокого безполицевого обробітку – 24,6 %, найнижча за мілкого безполицевого обробітку – 21,0 %.

За даними науковців інтенсивність деструкції соломи пшениці озимої зростає за використання біодеструкторів в 2,5–2,3 рази до контролю, залежно від способу обробітку ґрунту. З внесенням деструктора за оранки ступінь деструкції складає 66,2 % проти 26,9 % на контролі, глибокого безполицевого обробітку ґрунту відповідно 55,7 % та 24,6 %, мілкого безполицевого обробітку – 47,4 та 21,0 %. Використання деструктору позитивно впливає і на мікробіологічний стан ґрунту. Так за даними науковців Інституту рису НААН та УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого застосування біодеструктору знижує на 10–40% кількість патогенних мікроорганізмів, які підвищують інфекційне навантаження в ґрунті. Завдяки використанню деструктору підвищується кількість сапротрофних ґрунтових грибів із родів *Penicillium* і *Trichoderma*, які сприяють оздоровленню ґрунту та покращують його агрофізичні показники. Тому використання біодеструктору є дуже актуальним на Півдні України в умовах недостатнього зволоження.

Наведемо ключові аспекти ефективного застосування деструкції рослинних решток на підставі публікації В. Даниленко¹¹¹⁵

Деструктори стерні – нова група препаратів, про які 5–10 років тому ніхто нічого не чув. Деструктор рослинних решток – це препарат, який сприяє пришвидшенню розкладання рослинних решток у ґрунті, пригніченню патогенної мікрофлори та оздоровленню ґрунту. В Україні та світі найпоширенішими є деструктори біологічного походження.

Їх розділяють наступні групи: мікробні препарати (грибного і бактеріального походження) та активатори мікрофлори (гумінові речовини, поживні середовища, біологічно активні сполуки тощо.).

Дані групи деструкторів широко представлені на ринку України. На нашу думку, серед представлених препаратів, найбільш ефективними є деструктори стерні на основі грибів роду *Trichoderma*, так як у своєму складі вони вже містять повний комплекс целюлозолітичних ферментів, які починають розкладання соломи відразу після внесення. Інша частина виділяється в процесі життєдіяльності гриба в ґрунті.

Суттєвим вкладом, окрім деструкції та формування резерву подальшого живлення рослин, є застосування препаратів в біологічній боротьбі з хворобами сільськогосподарських культур, в тому числі білої гнилі (*Sclerotinia sclerotiorum*) і фузаріозів. Препарати, які містять у своєму складі грибкові спори *Coniothyrium minitans* і *Trichoderma atroviride*, тим самим, створюють дієву

¹¹¹⁵ Даниленко В. Вся правда про деструктори стерні. URL: <https://www.agronom.co.ua/vsya-pravda-pro-destruktori-stereni/>.

допомогу в охороні ґрунтів і профілактиці даних хвороб. Це єдині паразити, здатні ефективно боротись проти грибків *S. Sclerotiorum* і фузаріозів в польових умовах. Як показує практика, паразитичний гриб *Trichoderma atroviride* ефективно знищує спори фузаріумів уже в ґрунті, тому застосування препаратів за участю *Coniothyrium minitans* і *Trichoderma atroviride* одночасно забезпечить не лише мінералізацію поживних решток, а й профілактику з поширення патогенів, інтенсивного розмноження спор та утворення мікотоксинів.

За результатами спостережень провідних науковців позитивний вплив дії паразитичної плісняви проявляється також і в ураженні інших спор патогенної мікрофлори, таких як *Rhizoctonia* і *Botrytis*. Слід зауважити, що *Trichoderma atroviride* має суттєву стимулюючу дію не тільки на розклад органічної речовини, але і на динаміку росту рослин, їх стійкість та покращення захисних реакцій (холодостійкість, жаростійкість, посухостійкість).

Беззаперечним фактом є те, що деструктори стерні бактеріального походження сприяють розмноженню всіх видів мікроорганізмів, які беруть участь у процесі розкладу, а гриби відіграють одну з провідних ролей в складному і багатоетапному процесі розкладання целюлози. Завдяки їх ферментному комплексу забезпечується руйнування целюлози на прості цукри, які потім служать джерелом живлення іншим мікроорганізмам. Проте, ефективність застосування деструкторів на основі бактеріальних мікроорганізмів часто залежить від наявності в ґрунті уже активних рас грибів.

Які варіанти сприяють пришвидшенню розкладання рослинних решток¹¹¹⁶?

1. Внесення компенсаційного азоту для годівлі диких грибів та бактерій – орієнтовно 10–12 кг/т решток
2. Внесення деструктора з азотом (15–25 кг/га карбаміду)

Що потрібно для ефективної роботи деструктора?

Аграрії нерідко нарікають на його малоефективність. Проте, як показує «розбір польотів», серед найбільш вагомих причин такого стану можна виділити три: внесення препаратів проводиться в пересушений ґрунт; час заробки препаратів після внесення не повинен перевищувати 2–4 годин, адже мікроорганізми гинуть під сонячним випромінюванням; при виборі деструктора необхідно враховувати чутливість мікроорганізмів до гербіцидів.

- Для ефективної роботи деструктора повинна бути волога та позитивні температури.
- Деструктор треба вносити в хмарну погоду або з одночасною заробкою в ґрунт – під впливом ультрофіолетових променів бактерії гинуть.
- І головне, ефективність дії деструкторів стерні зростає при сумісному їх внесенні з біологічно активними сполуками гумінової або амінокислотної природи, азотовмісних та сірковмісних добрив.

Інструкція використання деструкторів стерні.

¹¹¹⁶ Даниленко В. Вся правда про деструктори стерні. URL: <https://www.agronom.co.ua/vsya-pravda-pro-destruktori-sterni/>.

Для отримання найкращого результату, препарат вносять по подрібненим пожнивним решткам відразу після збору урожаю. Найкраще вносити з карбамідом, оскільки для живих бактерій він більш шадний. Норма внесення карбаміду 10–15 кг на гектар при нормі витрати рідини 200–300 л / га.

Порядок застосування препаратів із розрахунку на 5 га поля пшениці наступний¹¹¹⁷.

1. В об'ємі 1000 л води розчинити деструктора целюлози .
2. Розчинити при бажанні Гумат Калію .
3. Суміш перемішати до повного розчинення інгредієнтів.
4. В отриманий розчин ввести 10–25 кг аміачної селітри або 15–25 кг карбаміду, розмішати до повного розчинення.
5. Провести обробку поля отриманим розчином.
6. Здійснити дискування ґрунту зразу після внесення робочого розчину, проте не довше ніж впродовж 2–3 год.

Описана технологія деструкції стерні забезпечує ґрунт біологічним азотом, фосфором, калієм і дозволяє зменшити до 30% внесення у ґрунт мінеральних добрив, стимулює рівномірний ріст рослини, підвищує її стійкість до хвороб, що в кінцевому рахунку забезпечує високі врожаї.

Що обрати – деструктор стерні чи спалювання¹¹¹⁸?

Випалювання стерні, сухої рослинності та її залишків на полях, уздовж доріг та лісосмуг забороняється на законодавчому рівні.

Згідно ст. 77–1 Кодексу України про адміністративні правопорушення (КУпАП) випалювання рослинності або її залишків без дозволу відповідних органів карається штрафом, який визначається у наступному розмірі:

– для цивільних осіб – від десяти до двадцяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян;

– для посадових осіб – від п'ятдесяти до сімдесяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

Крім того, згідно ст. 245 Кримінального Кодексу України “Знищення або пошкодження об'єктів рослинного світу” порушник може нести і кримінальну відповідальність, а саме: обмеженням волі на строк від 2 до 5 років, або позбавленням волі на той самий строк. Ті самі дії, якщо вони спричинили загибель людей, масову загибель тварин або інші тяжкі наслідки, – караються позбавленням волі на строк від 5 до 10 років.

Чому заборонено випалювання стерні¹¹¹⁹:

• спалення рослинних залишків призводить до забруднення повітря на величезних просторах, що завдає шкоди здоров'ю та навколишньому

¹¹¹⁷ Даниленко В. Вся правда про деструктори стерні. URL: <https://www.agronom.co.ua/vsya-pravda-pro-destruktori-sterni/>.

¹¹¹⁸ Даниленко В. Вся правда про деструктори стерні. URL: <https://www.agronom.co.ua/vsya-pravda-pro-destruktori-sterni/>.

¹¹¹⁹ Даниленко В. Вся правда про деструктори стерні. URL: <https://www.agronom.co.ua/vsya-pravda-pro-destruktori-sterni/>.

природному середовищу (при спалюванні стерні на 1000 га в атмосферу виділяється до 500 кілограмів окислів азоту, 370 кілограмів вуглеводнів, 3 тонни золи, 20 тонн вуглекислого та чадного газу);

- у наслідок випалювання, посилюються процеси водної та вітрової ерозії земель, що призводить до деградації ґрунтів та інших негативних наслідків;

- знищуються місця гніздування птахів, місця перебування та знаходження тварин, усього видового складу тваринного та рослинного світу, що порушує природний баланс;

- випалювання має негативний вплив на мікрофлору ґрунтів, погіршує їх структуру та збіднює їх (втрата гумусу в верхньому шарі ґрунту при спалюванні поживних залишків становить близько 1,3 тонни на гектар, для компенсації таких втрат необхідно внесення органічних добрив в обсязі близько 13 тонн на гектар);

- дуже часто саме спалення рослинних рештків стає причиною пожеж, які завдають значної шкоди навколишньому середовищу.

Солома, яку спалюють на полях, – це, перш за все, органічне добриво. Одна тонна соломи еквівалентна 3–4 тоннам гною. Подрібнена і рівномірно розкидана по поверхні, вона покриває поля, зберігаючи вологу і захищаючи ґрунт від різких температурних перепадів.

Родючість і деструктори стерні

При чому тут деструктори? – Вони дозволяють зменшити швидкість деградації ґрунтів, збільшити кількість видів корисної ґрунтової мікрофлори та її біомасу до 5–7 т/га і тим самим підтримати біологічну активність ґрунту, зробити його живим і здоровим.

До основних переваг використання біологічних деструкторів відносять:

- прискорення розкладання рослинних залишків;
- повернення поживних речовин у ґрунт (збагачення його поживними речовинами, покращення структури і родючості);
- пригнічення патогенної мікрофлори типу *Pythium*, *Verticillium*, *Helminthosporium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*;
- зменшення витрат на азотні добрива (аміачну селітру на 60–80%);
- сприяння формуванню корисної ґрунтової біоти;
- підвищення врожайності наступної культури.

За рахунок чого деструктори стерні ефективні?

За використання деструкторів стерні з'явилася можливість повертати у ґрунт поживні речовини, зокрема цінну органіку. Найпростіший спосіб – використовувати те, що лежить буквально під ногами – рослинні рештки після збору урожаю. Саме рослинні рештки – стерня, солома – є незамінним матеріалом для ґрунтоутворення з накопиченням гумусу. Наприклад, при загальному врожаї біомаси озимих зернових 120–160 ц/га в ґрунт повертається до 40–60 ц/га соломи; у посівах ярих при біомасі 80–120 ц/га – до 30–35 ц/га. Спалювання соломи через загрозу розповсюдження збудників хвороб і шкідників, які в ній накопичуються, призведе до знищення ґрунтових мікроорганізмів, які забезпечують життя рослин.

Види деструкторів та їх спів ставна характеристика¹¹²⁰.

Різновиди деструкторів	Переваги	Недоліки деструкторів
Активізуючі добавки (мікро- та макродобрива, гумати тощо)	Стимулюють розвиток аборигенних мікроорганізмів(м.о.)	– Відбувається стимуляція розвитку як корисних, так і патогенних мікроорганізмів (м.о.) – Низький коефіцієнт розкладання – Нестабільна дія при несприятливих погодних умовах
Ферменти (целюлаза та інші)	Прискорюють розкладання поживних решток	– Не оздоровлюють ґрунт – Мають високі норми внесення – Втрачають активність за несприятливих умов – Малий термін дії – При розкладанні слугують джерелом живлення для патогенів
Препарати, в складі яких тільки окремі види бактерій, зокрема неспоріві, чутливі до опромінення, такі як дріжджі або молочнокислі бактерії тощо.	Продукують вітаміни, амінокислоти, корисні органічні кислоти та інші БАР, які пригнічують розвиток патогенів, беруть участь у детоксикації анаеробних та інших продуктів розкладання.	– Вузкий спектр дії – Низька вірогідність приживання на поживних рештках – Великий відсоток загибелі від ультрафіолету та кисню – Низька здатність до деструкції лігніну, пектину, целюлози
Комплексні висококонцентровані препарати, в складі яких є ферменти і мікроорганізми різних таксономічних груп (азотфіксуючі, фунгіцидні, фосфор- і калій мобілізуючі, целюлозоруйнівні та ін.) у споровій або капсульованій формі	– Комплексна та пролонгована дія: – Забезпечують швидке кероване розкладання решток, з подальшою мінералізацією та гуміфікацією – Пригнічують розвиток патогенів та шкідників, які потрапляють у ґрунт з поживними рештками – Продукують БАРи, чим прискорюють розвиток корисної аборигенної мікрофлори – Стійкі до негативних природних факторів – Оздоровлюють ґрунт та підвищують його родючість – Забезпечують гарантований економічний ефект	– Деякі штами мікроорганізмів вразливі до ультрафіолету

1120

Завдяки дії деструкторів стерні розвиток патогенів і шкідників стримується. Рештки рослин ефективно розкладаються і переробляються у необхідні рослинам поживні речовини. Відомим є факт, що в результаті розкладання соломи в ґрунт повертається до 40 кг азоту і калію, 20 кг фосфору, 2,5–2,9 т вуглецю, не враховуючи цілої низки інших макро– і мікроелементів. Крім цього, солома дає можливість зробити ґрунт рихлим, поліпшити його вологоутримуючу здатність, захищає його від висушування та ерозії.

Отже, деструктори стерні покликані прискорювати процес розкладання решток, покращувати фітосанітарний і фізико–хімічний стан ґрунтів.

Таблиця 2.76

На що звернути увагу при виборі деструктора¹¹²¹

1. Склад	Найбільш ефективні деструктори стерні – це комплексні висококонцентровані препарати.
2. Концентрація	Тільки при високій концентрації, корисні м.о. та гриби займають екологічну нішу, витісняючи патогени. Концентрація повинна бути не менша ніж 1×10^9 КУО/мл препарату.
3. Норма внесення	Будьте уважні, зазвичай при низькій ціні – великі норми внесення. Оптимальна норма внесення у комплексних деструкторах – 1–2 л на 1 га.
4. Спектр дії (вузький чи широкий)	Деякі виробники пропонують разом з деструкторами ще ряд різних препаратів (фунгіцидів, активаторів і т.д.), це в свою чергу призводить до збільшення грошових витрат на 1 га. Комплексні препарати мають широкий спектр дії та вирішують комплекс різних проблем.
5. Досвід застосування	Запитайте у виробника про досвід застосування (мінімум за 3 роки), акти ефективності, контакти господарств, які використовували деструктори.
6. Термін придатності	Термін придатності якісних деструкторів не менше 6 місяців.

Тому турботою землеробів є не лише отримання високих урожаїв, а й охорона ґрунту, відновлення його як самостійної живої самоурегульованої системи. Повірте, земля віддячить сторицею.

Додатково повідомляється¹¹²², що деструктори стерні – нова група препаратів, про які 5–10 років тому ніхто нічого не чув. Головне їх призначення

¹¹²¹ Даниленко В. Вся правда про деструктори стерні. URL: <https://www.agronom.co.ua/vsya-pravda-pro-destruktori-sterni/>.

– боротьба за родючість ґрунту, як найважливішого фактора отримання стабільних та високих урожаїв. Справа в тому, що в наш час тотальної індустріалізації природні способи збереження родючості ґрунту порушені: глибоке оранка, відчуження продукції з поля, знищення всіх «непотрібних» рослин, застосування пестицидів, відсутність сівозмін призводять до порушення життєдіяльності екосистем – самостійного природного створення, яке родючість. Культурне поле, агроценоз такої здібності не має. Воно є тендітним, уразливим і потребує постійної турботи людини з її «ліками» – добривами, пестицидами обробкою. Але ці ліки – не що інше, як «бомба уповільненої дії». За підвищенням урожайності, як тінь, слідує виснаження ґрунтів, погіршення їх потенційної родючості.

При використанні деструкторів стерні з'явилася можливість повертати в ґрунт поживні речовини, зокрема цінну органіку. Найпростіший спосіб – використовувати те, що лежить буквально під ногами – рослинні залишки після збирання врожаю. Саме рослинні залишки – стерня, солома – є незамінним матеріалом для ґрунтоутворення з накопиченням гумусу. Наприклад, при загальному врожаї біомаси озимих зернових 120–160 ц/га у ґрунт повертається до 40–60 ц/га соломи у посівах ярих при біомасі 80–120 ц/га – до 30–35 ц/га. Спалювання соломи через загрозу поширення збудників хвороб та шкідників, які в ній накопичуються, призведе до знищення ґрунтових мікроорганізмів, які забезпечують життя рослин.

Завдяки впливу деструкторів соломи розвиток патогенів та шкідників стримується. Залишки рослин ефективно розкладаються та переробляються у необхідні рослинам поживні речовини. Відомий факт, що в результаті розкладання соломи в ґрунт повертається до 40 кг азоту та калію, 20 кг фосфору, 2,5–2,9 т вуглецю, не рахуючи цілого ряду інших макро-і мікроелементів. Крім цього, солома дає можливість зробити ґрунт пухким, покращити його вологоутримуючу здатність, захищає її від висушування та ерозії. Отже, деструктори стерні покликані прискорювати процес розкладання залишків, покращувати фітосанітарний та фізико-хімічний стан ґрунтів.

Як вибрати найбільш оптимальний варіант деструктора. Насамперед, це мають бути комплексні висококонцентровані препарати деструктори органіки, у складі яких мають бути ферменти та мікроорганізми різних таксономічних груп у споровій чи капсульованій формі. Доведено, що витіснити патогени, зайняти свою екологічну нішу можуть лише препарати, деструктори органіки з високим вмістом корисних бактерій та мікрорміцетів. Концентрація їх має бути не меншою, ніж 1×10^9 КОО/мл препарату. Будьте уважні до вартості препаратів. Зазвичай при низькій ціні – великі норми внесення. Оптимальна норма внесення у комплексних деструкторів стерні – (1–2) л/га. Біодеструктори повинні мати широкий спектр дії та одночасно виконувати кілька функцій:

¹¹²² Нагорна О. Вся правда о деструкторах стерни .Пропозиція. 2017. URL: <https://propozitsiya.com/ru/vsya-pravda-pro-destruktory-stereni>.

переробляти органіку, захищати від хвороб, брати участь у покращенні росту та розвитку рослин.

1. Склад	Найбільш ефективні деструктори стерні – це комплексні висококонцентровані препарати.
2. Концентрація	Тільки при високій концентрації, корисні м. о. та гриби займають екологічну нішу, витісняючи патогени. Концентрація повинна бути не менша ніж 1×10^9 КУО/мл препарату
3. Норма внесення	Будьте уважні, зазвичай при низькій ціні - великі норми внесення. Оптимальна норма внесення у комплексних деструкторах – (1-2) л на 1 га
4. Спектр дії (вузький чи широкий)	Деякі виробники пропонують разом з деструкторами ще ряд різних препаратів (фунгіцидів, активаторів і т.д.) Це в свою чергу призводить до збільшення грошових витрат на 1 га. Комплексні препарати мають широкий спектр дії і вирішать разом всі проблеми!
5. Досвід застосування	Запитайте у виробника про досвід застосування (мінімум за 3 роки), акти ефективності, контакти господарств які використовували деструктори.
6. Термін придатності	Термін придатності якісних деструкторів не менше 6 місяців.

Рисунок 2.68 – Практичне обґрунтування вибору деструктора стерні¹¹²³

Назва підприємства	Попередник	Культура, сорт/гібрид	Контроль, ц/га	Дослід, ц/га	Приріст, ц/га
ПрАТ «Зернопродукт», МХП, Калинівська філія, 2015	соняшник	пшениця озима, Іліас	55,0	58,6	+3,6
Полтавська ДСГДС ім. М. І. Вавилова, 2014 р.	соя	пшениця озима, Ужинок	47,8	51,6	+3,8
ТОВ «Агро-Богуславщина», 2015	кукурудза	соя, Медісон	18,2	20,7	+2,5
ПАТ «Яготинське», 2015	кукурудза	ячмінь ярий, Себастьян	59,4	63,3	+3,9
ПрАТ «Агровіт», 2014	кукурудза	соняшник, НК Бріо	37,8	42,3	+4,5
ПрАТ «Агрофорт», МХП, 2015	кукурудза	кукурудза, ДКС 4014	54,7	59,6	+4,9

Рисунок 2.69 – Результати застосування деструктора стерні Костерн в Україні¹¹²⁴

¹¹²³ Нагорна О. Вся правда о деструкторах стерни .Пропозиція. 2017. URL: <https://propozitsiya.com/ru/vsya-pravda-pro-destruktory-sterni>.

¹¹²⁴ Нагорна О. Вся правда о деструкторах стерни .Пропозиція. 2017. URL: <https://propozitsiya.com/ru/vsya-pravda-pro-destruktory-sterni>.

Різновиди деструкторів	Переваги	Недоліки
Активізуючі добавки (мікротамакродобрива, гумати тощо)	Стимулюють розвиток аборигенних мікроорганізмів(м. о.)	- Відбувається стимуляція розвитку як корисних так і патогенних мікроорганізмів (м. о.) - Низький коефіцієнт розкладання - Нестабільна дія при несприятливих погодних умовах
Ферменти (целюлаза та інші)	Прискорюють розкладання поживних решток	- Не оздоровлюють ґрунт - Мають високі норми внесення - Втрачають активність за несприятливих умов - Малий термін дії - При розкладанні слугують джерелом живлення для патогенів
Препарати, в складі яких тільки окремі види бактерій, зокрема неспоріві, чутливі до опромінення, такі як дріжджі або молочнокислі бактерії тощо	Продукують вітаміни, амінокислоти, корисні органічні кислоти та інші БАР, які пригнічують розвиток патогенів, приймають участь у детоксикації анаеробних та інших продуктів розкладання	- Вузький спектр дії - Низька вірогідність приживання на поживних рештках - Великий відсоток загибелі від ультрафіолету та кисню - Низька здатність до деструкції лігніну, пектину, целюлози
Комплексні висококонцентровані препарати, в складі яких є ферменти і мікроорганізми різних таксономічних груп (азотфіксуючі, фосфор-калій мобілізуючі, фунгіцидні, целюлозоруйнівні та ін.) у споровій або капсульованій формі	- Комплексна та пролонгована дія: - Забезпечують швидке кероване розкладання решток, з подальшою мінералізацією та гуміфікацією - Пригнічують розвиток патогенів та шкідників, які потрапляють у ґрунт з поживними рештками - Продукують БАРИ, чим прискорюють розвиток корисної аборигенної мікрофлори - Стійкі до опромінення та інших негативних природних факторів - Оздоровлюють ґрунт та підвищують його родючість - Забезпечують гарантований економічний ефект	- Деякі штами мікроорганізмів вразливі до ультрафіолету.

Рисунок 2.70 – Переваги та недоліки різних видів деструкторів стерні¹¹²⁵

¹¹²⁵ Нагорна О. Вся правда о деструкторах стерни .Пропозиція. 2017. URL: <https://propozitsiya.com/ru/vsya-pravda-pro-destruktory-sterni>.

Якісним можуть бути препарати деструктори органіки, які виробляють фахівці, знайомі із селекцією, створенням умов асептики, фізіології та біохімії мікроорганізмів. Тільки так можна отримати препарати з активними штамми та заданими властивостями, які не втрачаються при тривалому зберіганні та застосуванні. Щоб переконатися в ефективності деструкторів соломи, питайте про досвід їх застосування, він має бути не менше 3–х років, ознайомтеся з актами ефективності, питайте контакти господарств, які використовували деструктори стерні.

Практичний досвід дозволяє системно спостерігати¹¹²⁶:

підвищення врожаю після застосування препарату деструктора соломи ЕКОСТЕРН®, поліпшення стану ґрунту (підвищується його пухкість та вологоємність), збільшення вмісту рухомих форм К та Р; активний розвиток корисної мікрофлори, що сприяє підвищенню коефіцієнта засвоєння рослиною поживних речовин;

зменшення чисельності збудників хвороб: *Ustilago zeae* Beckm, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Gliocladium* тощо.

Деструктори рослинних решток можна поділити на такі групи:

- грибного походження;
- бактеріального походження;
- інші (гумати, мікроелементи, поживні середовища, біологічно активні речовини й ін.).

Із деструкторів грибного походження зазвичай переважають препарати з умістом грибів роду *Trichoderma*. Серед них найбільшою целюлозолітичною активністю характеризуються гриби *Tr. harzianum* та *Tr. reesei*. Решта грибів роду *Trichoderma* характеризуються більш вираженою фунгіцидною властивістю, ніж целюлозолітичною. Найефективнішими є деструктори на основі грибів роду *Trichoderma*, оскільки вони є безпосередніми руйнівниками целюлози. Гриби виділяють велику кількість природних антибіотиків, тому є активними гуміфікаторами. Також, *Trichoderma* – дієві антагоністи грибів та бактерій–збудників основних хвороб рослин¹¹²⁷

До складу деструкторів бактеріального походження зазвичай входять азотфіксатори бактерій, фосфор– і калій мобілізатори бактерії, бактерії роду *Bacillus* та ін. Деструктори бактеріального походження сприяють розмноженню всіх видів мікроорганізмів, які беруть участь в деструкції одночасно з грибами, що вже є у ґрунті. Тому в разі застосування деструкторів на основі бактеріальних мікроорганізмів їх ефективність часто залежить від наявності у ґрунті активних рас грибів.

Гумати використовуються як поживне середовище для розвитку мікроорганізмів у ґрунті. Самостійно як деструктори вони не працюють.

Особливості застосування деструкторів стерні.

¹¹²⁶ Нагорна О. Вся правда о деструкторах стерни .Пропозиція. 2017. URL: <https://propozitsiya.com/ru/vsya-pravda-pro-destruktory-sterni>.

¹¹²⁷ Біологічні деструктори - продукція Ензим-Агро. agro.enzim.biz (uk-UA).

Для ефективної роботи деструкторів насамперед потрібні волога, температура, *pH* ґрунту, співвідношення *N:C* = 1:25 (не більше), рівномірно подрібнені рослинні рештки.

Деструктори на основі грибів роду *Trichoderma* здатні працювати за температури ґрунту від +3...+5 °С. Деструктори на бактеріальній основі, як і деструктори на основі гуматів, за температури ґрунту +5...+7 °С. Температура повітря може бути нижчою, оскільки ґрунт на глибині загортання деструктора (10–25 см) охолоджується повільніше. Варто зазначити й те, що швидкість розкладання органіки зі зниженням температури ґрунту сповільнюється, але сам процес деструкції відбувається аж до замерзання ґрунту.

Гриби роду *Trichoderma* за несприятливих умов утворюють справжні спори й після перезимівлі за настання сприятливих умов відновлюють свою активність і продовжують процес деструкції. При цьому не наносять шкоди молодим рослинам.

Деякі з бактеріальних препаратів також мають спори та здатні перезимовувати. Для тих, що спори формувати не здатні, спостерігається значне зниження їх кількості або навіть повна їх загибель. Тому навесні відновлення активності таких препаратів відбувається значно повільніше в порівнянні з деструкторами на основі грибів.

Отже, осінню деструкцію рослинних решток, наприклад, кукурудзи слід проводити таким чином, щоб тривалість від застосування деструкторів до настання стійкої температури +5 °С становила 3–4 тижні¹¹²⁸

Якщо в господарства не було змоги внести деструктор восени, його застосовують навесні в передпосівну підготовку ґрунту (за першої можливості увійти в поле). Зазвичай деструктор уносять під дискування або культивації (якщо її можна ефективно провести). Негативного впливу на схожість насіння, ріст і розвиток рослин не спостерігається.

Характеристика ряду поширених деструкторів рослинних решток та соломи в Україні наведена нижче по тексту.

Деструктор стерні BIOgenius

Комплексний кондиціонер для підвищення родючості ґрунту та деструктор стерні. Головні переваги препарату:

- Зберігає достатній рівень вологості у ґрунті;
- Мінералізує органічні рештки та зв'язує в органічні вуглецеві сполуки в ґрунті поживні речовини
- Сприяє швидкому розкладанню рослинних решток;
- Зменшує на 50% фітопатогенну навантаження поля
- Підвищує засвоюваність фосфору, калію та азоту рослинами;
- Розкладання целюлози сприяє підвищенню гумінових та фульвокислот;
- Підвищує біологічну активність та родючість ґрунту;

¹¹²⁸ Нагорна О. Вся правда о деструкторах стерни .Пропозиція. 2017. URL: <https://propozitsiya.com/ru/vsya-pravda-pro-destruktory-stermi>.

- Універсальний у використанні, підходить для різних технологій обробітку ґрунту;

Це мікробіологічний препарат для розкладання поживних залишків. При використанні біопрепарату повертаються в ґрунт поживні речовини, зокрема необхідна органіка. Стерня, солома – є незамінним матеріалом для ґрунтоутворення з накопиченням гумусу, отриманню мікроелементів в органічній формі NPK, Fe, Cu, Mn, Zn, Ni, Co, Cr. Мікроорганізми здатні зберігати їх та надати наступним культурам для гарного врожаю. Масова частка органічних сполук після розкладання стерні становить 88%.

Потрапляючи в ґрунт, препарат починає роботу в усіх напрямках:

- бактерії і гриби починають процес біодеструкції (розкладання, уникаючи процес гниття, який може впливати на появу фітопатогенів в ґрунті). Мікроби виділяють антибіотики проти фітопатогенів, займають ареал їх проживання, витісняють своєю кількістю та досягається покращений ефект природнього балансу агрокорисних мікробів.

- завдяки азот і фосфат мобілізуючим мікроорганізмам *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Trichoderma*, в ґрунті ефективно розщеплюються нерозчинні солі мінеральних добрив в легкозасвоювані для рослин хімічні компоненти органічних вуглецевих сполук.

І далі відбувається симбіоз рослини з препаратом, який:

- підвищує приживлюваність і стійкість рослин до захворювань;
- комплекс ґрунтових грибів роду *Trichoderma* дозволяє з 100% ефективністю перетворювати важко розкладається компонент стерні – целюлозу, яка становить основу сухих залишків на 50–70%.

- Процес трансформації целюлози закінчується утворенням гумусу – який становить 85 – 90% органічної речовини ґрунту.

- застосування біодеструктора – є основою ґрунтозберігаючої технології

Застосування препарату:

Зернові (пшениця, жито, ячмінь, овес, просо):

- Норма витрат робочого розчину на Га: 1–1,5 л/Га;
- Азотні добрива в розрахунку на діючу речовину (КАС,аміачна селітра,карбамід): 10–12 кг/Га;

Зернобобові (квасоля, горох, боби):

- Норма витрат робочого розчину на Га: 1 л/Га;
- Азотні добрива в розрахунку на діючу речовину (КАС,аміачна селітра,карбамід): 3–5 кг/Га;

Кукурудза (соняшник, ріпак):

- Норма витрат робочого розчину на Га: 2–3 л/Га;
- Азотні добрива в розрахунку на діючу речовину (КАС,аміачна селітра,карбамід): 10–15 кг/Га;

Сидерати (гірчиця, вика, олійна редька, люцерна, конюшина, льон, фацелія):

- Норма витрат робочого розчину на Га: 2–3 л/Га;

• Азотні добрива в розрахунку на діючу речовину (КАС,аміачна селітра,карбамід): 3 кг/Га;

Сумісність: Препарат сумісний з біопрепаратами, регуляторами росту, інсектицидами та добривами. Сумісний з хімічними фунгіцидами та фумігантами, окрім мідь– та ртуть– вмістних.

Рекомендована норма витрати препарату: 1–3 л на Га

Найкращі умови для дії препарату: вологість ґрунту, аерація, температура, рН ґрунту 6 – 7, співвідношення N:C = 1:25 (не більше), рівномірно подрібнені рослинні рештки.

Вміст діючих речовин: бактерії широкого спектру дії *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, молочнокислі бактерії, *Azotobacter vinelandii*, *Azotobacter Chroococum*, *Trichoderma*, *Pseudomonas*, фітогормони, вітаміни, ферменти, амінокислоти, макро– і мікроелементи.

Клас токсичності за класифікацією ВООЗ: IV (мало небезпечні речовини)

Термін придатності та умови зберігання: 12 місяців при температурі від + 4 °С до +10 °С або 6 місяців при температурі від +10 °С до +15 °С.

Деструктор СтімОрганік

Препарат застосовують для того, щоб підготувати ґрунт для подальшого використання, повернувши йому усі мікроелементи, які могли бути втрачені. Деструкція стерні СтімОрганік розкладає рослинні залишки, пригнічує ріст патогенів. При внесенні в ґрунт покращує його якість, тим самим збільшує родючість.

Склад препарату

Значення	г/л
Гумінових кислот	40
Фульвових кислот	22,4
Кремній	40
Калій	110
Фосфор	100
Азот	100
Сірка	14
Магній	0,9
Цинк	0,9
Марганець	0,9
Молібден	0,4
Мідь	0,6
Кобальт	0,3
Бор	0,8
рН	6,5/9,5

Основні переваги

Виділимо основні чесноти:

- застосовується для прискорення розкладання різних залишків;
- вбиває віруси, бактерії, грибок, який може бути в ґрунті;
- збільшує біологічно активні процеси в ґрунті;
- підвищує плідність культур;
- •окращує якість ґрунту;
- рекультивує землю, відновлюючи втрачену продуктивність ґрунту, яка була загублена в процесі природокористування.

Застосування

1. Бак обприскувача наповнити в половину.
2. Розчинити добриво азотне, з розрахунком 5 кг азоту на діючу речовину.
3. Препарат СтімОрганік додати до розчину з урахуванням витрат – для рослин з великим стеблом (4 л / га) і для рослин з маленькими стеблами (3 л / га).
4. Витрата отриманого розчину буде 300 л / га.
5. Обробка повинна бути в нічний час, обприскувати потрібно на залишки стебел, які залишилися після збирання врожаю.
6. Ту ділянку, що була оброблена, потрібно поглибити в ґрунт на 18 см.

Замовити якісний продукт ви можете у нас, ціна на сайті вказана актуальна. Якщо вам потрібна буде консультація, ми з радістю допоможемо.

Біодеструктор «Екостерн» – це багатокомпонентне мікробіологічне добриво, яке застосовується для розкладання післяжнивних залишків, стерні та обробітку ґрунту після збору врожаю злакових, технічних та інших культур, вирощених по no-till, strip-till і традиційній технології.

Екостерн ефективно справляється з розкладанням стерні, оздоровленням та відновленням родючості ґрунтів!

Основні характеристики біодеструктора:

Група агрохімікатів: мікробіологічне добриво

Формуляція: рідина від кремового до коричневого кольору зі слабким специфічним запахом

Призначення та область використання: обробка стерні, післяжнивних залишків та ґрунту після збирання врожаю

Культура: кукурудза/соняшник, зернові/технічні, бобові, овочеві, сидерати, опале листя плодкових дерев

Норма витрати: 0,25–2,0 л/га

Умови зберігання: в герметичній упаковці, в захищеному від світла місці

Термін придатності: необмежений

Склад біодеструктора Екостерн:

- Бактерії та гриби, що прискорюють розкладання післяжнивних залишків
- Антагоністи патогенних мікроорганізмів
- Живі клітини бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus*

- Гриби *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride*
- Загальне число життєздатних клітин $2,5 \times 10^9$ КОЕ/см³

Переваги використання біодеструктора Екостерн:

1. Максимально ефективно прискорює розкладання рослинних післяжнивних залишків;
2. Вже через місяць помітний результат дії препарату;
3. Сприяє оздоровленню ґрунту і запобігає його деградації;
4. Пригнічує розвиток різних патогенів, які потрапляють в ґрунт з рослинними залишками;
5. У ґрунті зберігаються корисні живі організми, збільшується біологічна активність і родючість ґрунту;
6. Збільшується продуктивність сільськогосподарських культур;
7. Препарат має позитивну післядію. Ґрунт збагачується органікою, поліпшується його рихлість, вологоємкість, захист від повітряної та водної ерозії, висихання;
8. Обробка стерні з Екостерн набагато вигідніше, ніж Аміачної селітрою 100–120 кг / га (Крім того, постійне внесення азоту в такій дозі призводить до деградації, ерозії ґрунту)
9. Життєздатність мікроорганізмів не знижується при внесенні з чистою КАС;
10. Препарат має високу концентрацію агрономически цінних мікроорганізмів, стійких в умовах дефіциту вологи;
11. Екостерн має високу стабільність при застосуванні в широкому діапазоні температур.

Інструкція використання Екостерн:

✔ Рекомендується проводити обробку (обприскування) ґрунту з післяжнивних залишків безпосередньо перед 1–м або 2–м дискуванням.

✔ Обробку стерні та ґрунту проводять робочим розчином Біокомплексу–БТУ, який слід готувати безпосередньо перед застосуванням, використовуючи рекомендації, зазначені в таблиці.

✔ При застосуванні в інтегрованому землеробстві рекомендується в бакову суміш вносити азотовмісні водорозчинні добрива в нормі 5–15 кг/га;

✔ В органічному землеробстві в бакову суміш рекомендується вносити Гуміфренд 0,5 – 1,0 л/га;

✔ Обробку бажано проводити вранці або ввечері в безвітряну погоду!

Рекомендації по приготуванню робочого розчину:

Робочий розчин препарату слід готувати перед самою обробкою і використати протягом 4 годин!

1. Робочий розчин готувати з розрахунку на 1 гектар: в 200–300 л води розчинити 3 – 30 кг селітри (сечовини) або 3 – 30 л КАС.
2. Далі в цей розчин додати норму Біокомплексу–БТУ (див. табл.), ретельно перемішати.
3. Готовий робочий розчин рівномірно нанести на ґрунт по стерні.

4. Ґрунт оброблений розчином продискувати, бажано відразу після обробки препаратом, не залишаючи препарат на ґрунті під прямим сонячним промінням.

Таблиця 2.77

Норми витрати біодеструктора Біокомплекс–БТУ Екостерн:

Культура/об'єкт	Норма витрати Екостерн л/га	Норма витрати робочого розчину з Екостерн л/га
Опале листя плодкових дерев безпосередньо на території саду в період листопаду	1,5–2,0	500–800
Овочеві	1,0–2,0	150–300
Бобові		
Сидерати	0,8–1,2	
Зернові/технічні	1,0–1,5	
Соняшник	1,5–2,0	

Деструктор стерні FITOSOIL

До складу FITOSOIL входить: каліймобілізуючі та біофунгіцидні мікроорганізми – бактерії, які допомагають рослині вилучати калій та ряд інших елементів – S, B, Si, Ca, Mg, із важкорозчинних сполук, із захисною дією за рахунок антагонізму по відношенню до патогенів, у т.ч. і за рахунок виділення у процесі своєї життєдіяльності антибіотиків та специфічних ферментів, що руйнують структури грибів, які є збудниками хвороби; азотфіксуючі мікроорганізми – вільноживучі та асоціативні бактерії, що мають ферментні системи, що каталізують фіксацію молекулярного азоту повітря в доступні для рослин сполуки та симбіотичні бульбочкові бактерії, що утворюють бульбочки – своєрідну фабрику азоту на коренях бобових культур; фосформобілізуючі мікроорганізми – мікроорганізми, що перетворюють важкодоступні фосфати органічних та неорганічних сполук фосфору на доступну для рослин форму.

З метою ефективного використання зелених добрив як нагромаджувачів гумусу для регулювання процесів гуміфікації–мінералізації сидератів важливо мати дані про гранулометричний склад ґрунту, його фізико–хімічні властивості, гідротермічний режим і біологічну активність, а також хімічний склад зелених добрив, співвідношення в них C:N. Останнє за умов сільськогосподарського виробництва можна регулювати подовженням періоду вегетації культур на сидерат, їх видовим складом, а також використанням сидерату у поєднанні з соломою злакових культур, у якій міститься 35–40 % вуглецю і близько 0,5 % азоту.

Ґрунтово–удобрювальний препарат, призначений для розкладання рослинних залишків у ґрунті, придушення патогенної мікрофлори, її нормалізації, захисту від різних захворювань агрокультур.

Бактерії штамів *Penicillium* sp., володіють поліфункціональними властивостями.

Micrococcus luteus, які мають каталазної активністю і здійснюють трансформацію рослинних залишків природного походження.

Застосування.

Біотрансформація рослинних залишків зернових, зернобобових, технічних та інших культур в гумус шляхом активізації мікробних угруповань ґрунту (целюлозо – і лігнинразлагаючих, азотфіксуючих бактерій тощо).

Методи застосування.

Обприскування рослинних залишків.

Механізм дії.

Полягає у сприянні розвитку спеціалізованих видів мікроорганізмів, що забезпечують спрямовану трансформацію залишків культурних рослин у гумусові речовини в ґрунті, завдяки чому поліпшуються умови живлення культурних рослин і стан ґрунту.

Препарат вносять шляхом обприскування подрібнених або неподрібнених рослинних залишків при температурах $+3 - 4^{\circ}\text{C}$ восени або навесні із закладенням в ґрунт або без неї. Максимальна інтенсивність процесу гуміфікації досягається при розмірах рослинних залишків 2–5 см і неглибокої закладення в ґрунт (до 6 см). Слід уникати впливу прямих сонячних променів на препарат, тобто обробки бажано проводити в похмуру погоду вранці або ввечері. Норма витрати препарату – 1,5–3,0 л/га. Так само рекомендується внесення Гумат Калію Лігногумат 50–100 грамів на гектар. Норма витрати робочого розчину – не менше 200 л/га, у посушливих умовах – не менше 300 л/га.

Переваги. Сприяє підвищенню вмісту гумусу і покращує структуру ґрунту, забезпечує відновлення мікробіоценозу ґрунту та підвищення його мікробіологічної активності; Дозволяє активізувати природну фіксацію атмосферного азоту, завдяки чому на розкладання рослинних залишків не витрачається азот з ґрунту; Сприяє збільшенню вмісту рухомих форм фосфору і обмінного калію в ґрунті, розмноження черв'яків і корисних мікроорганізмів; Перешкоджає розвитку хвороб рослин завдяки розвитку корисних мікроорганізмів, просторовому витісненню патогенів та виділення природних антибіотиків; Сприяє підвищенню врожайності наступних культур за рахунок додаткового живлення і мульчі, що запобігає ерозію, втрату вологи, ріст бур'янів.

У складі препарату присутні бактерії–азотфіксаторів, тому вносити азотні добрива в суміші з Ризобактом СП «Гуміфікатором» недоцільно. Препарат не втрачає своєї ефективності в умовах дефіциту вологи в ґрунті і підходить для застосування в зонах недостатньої зволоженості. Ризобакт СП «Гуміфікатор» також застосовують на пожнивних рештках без подальшої закладення в ґрунт в технології no-till і mini-till.

Трансформує рослинні залишки в гумус. Без застосування азотних добрив за 4–6 місяців додатково розкладається 4 т/га соломи, а інші стають ламкими

при найменшому механічному впливі, зберігаються елементи живлення в ґрунті: вуглець, NPK і мікроелементи.

Заощаджує кошти і ресурси. Удешевляється розкладання залишків за рахунок відмови від використання мінеральних добрив та загортання решток. Знижуються витрати на ЗЗР за рахунок поширення корисної мікрофлори і пригнічення патогенних мікроорганізмів.

Не вимагається додаткових дій. Після внесення препарату рослинні залишки не вимагають закладення в ґрунт. Необмежений доступ кисню, сонячне тепло, волога забезпечують життєдіяльність внесених мікроорганізмів.

Покращує екологічний стан ґрунтів. Мульча зберігає ґрунтову вологу, запобігає ерозії та проростання бур'янів. Поліпшується структура ґрунту, підвищується вміст гумусу, рухомих форм фосфору і обмінного калію.

Для чого застосовувати до деструктора Гумат калію?

Гумат калію це препарат органічного походження і він насичує ґрунт гуміновими, фульвовими кислотами і мікроелементами. Дане внесення підвищує дію деструкторів целюлози і сприятливо впливає на механічні характеристики ґрунту.

Рекомендована доза внесення 50–100 грам на 1 гектар.

Деструктор стерні Ефект Біо. Ґрунтово–удобрювальний препарат, призначений для розкладання рослинних залишків у ґрунті, придушення патогенної мікрофлори, її нормалізації, захисту від різних захворювань агрокультур.

Багатокомпонентний препарат «Ефект Біо» містить спеціально підібрані мікроорганізми і допоміжні речовини, які в комплексі надають позитивну дію, пригнічують збудників хвороб і сприяють розкладанню рослинних залишків.

1. *Trichoderma lignorum* пригнічує розвиток хвороб шляхом руйнування клітинних стінок міцелію грибів–патогенів і є біодеструктором рослинних залишків.

2. *Trichoderma viride* пригнічує розвиток фітопатогенних мікроорганізмів шляхом впливу на них прямим паразитуванням, боротьбою за субстрат, і впливом антибіотиків (глиотоксин, вірідін, триходермін та ін), синтезованих грибом *T. viridema* інших біологічно активних речовин, які пригнічують розвиток багатьох видів збудників захворювань, а також гальмують репродуктивну здатність патогенів. Також є біодеструктором пожневних залишків;

3. *Bacillus acidocaldarius* діє синергічно з грибами роду *Trichoderma*, підвищуючи їх активність, а також виробляє ферменти (альфа–амілазу, глюкоамілазу, естеразу), які переводять складні органічні речовини в доступну для рослин форму;

4. Целлюлозолитический комплекс сприяє швидкому зростанню на рослинних залишках корисних мікроорганізмів і більш повного розкладання.

Властивості і переваги:

- володіє високою гіперпаразитіческою активністю проти широкого спектру збудників хвороб рослин Fusarium (фузаріозне в'янення, кореневі гнилі), Helminthosporium (гельмінтоспоріозна «звичайна коренева гниль»), Rhizoctonia (ризоктоніоз, коренева гниль), Pythium (коренева гниль, випрівання), Verticillium (вертициллезна в'янення, кореневі гнилі);
- розкладає рослинні залишки сільськогосподарських культур;
- покращує структуру і родючість ґрунту за рахунок збагачення поживними речовинами і розвитку нормальної мікрофлори ґрунту;
- володіє стійкістю до перепадів температур (від +5 до +40°C) і хімічного забруднення ґрунту;
- збільшує врожайність сільськогосподарських культур на 10–25%;
- сприяє рекультивації ґрунту.

Спосіб застосування:

Обприскування проводити ввечері після 16:00–17:00 або в нічний час, в пізньо-осінній період, уникаючи підвищених температур. Допускається обробка вдень у бессолнечную погоду при температурі не нижче +5°C.

Вносять препарат «Ефект Біо» з рослинних залишків сої, ріпаку, сорго, кукурудзи, соняшнику, цукрових буряків перед дискуванням або перед основною обробкою (залежно від агротехніки). Можливе застосування «Ефекту Біо» з передпосівною культивуацією, разом з внесенням ґрунтового гербіциду. Оптимальна глибина загортання рослинних залишків у ґрунт повинна бути в діапазоні від 5 см до 16 см, для надходження достатньої кількості повітря. Період часу між внесенням «Ефект Біо» і його заробкою в ґрунт повинен бути мінімальним.

Витрата препарату.

Для мелкостебельчатих культур (пшениця, ячмінь, горох і т. д.) становить 1,5 л/га, для крупностебельчатих (кукурудза, соняшник, ріпак, буряк і т. д.) – 2,5 л/га. Рекомендується додаткове внесення Гумат Калію 50–100 грам на 1 гектар. Витрата робочого розчину становить 200–300 л/га

Щоб уникнути азотного голодування для наступної культури вносять азотні добрива в баковій суміші з розрахунку:

- N₇–N₁₀ – для стерні мелкостебельчатих та цукрових буряків;
- N₁₀–N₁₅ – для стерні крупностебельчатих.

Загальний період роботи препарату «Ефект Біо» становить 6–7 місяців. Найбільш активний період розкладання відбувається перші 3–4 місяці після застосування. При настанні несприятливих природних умов (мороза, посухи) утворюються спорові форми, стійкі до цих чинників.

- перед застосуванням збовтати;
- робочі розчини використовуються в день приготування;
- щоб уникнути засмічення розпилювачів обприскувача, препарат фільтрувати крізь марлю або сито.

Препаративна форма: рідина світло-коричневого кольору.

Склад: міцелії та хламидоспори грибів *Trichoderma viride*, *Trichoderma lignorum*, живі клітини бактерії *Bacillus acidocaldarius*, целюлозолитический комплекс.

Кількість життєздатних клітин: не менше 2×10^9 КУО/мл

Термін зберігання: 6 місяців при температурі від +4 до +10°C у захищеному від світла місці.

Безпека: препарат нешкідливий для людини, теплокровних тварин, комах, навколишнього середовища. Не має фітотоксичність.

Упаковка: каністра об'ємом 10 л.

Деструктор стерні Біонорма

Біопрепарат для обробки стерні та ґрунту після збирання врожаю зернових, зернобобових, олійних, технічних, овочевих та інших культур.

Призначення: поліпшення розкладання рослинних решток у ґрунті.

Діюча речовина: комплекс грибів *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma lignorum* та бактерій *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aureofaciens*, *Paenibacillus polymyxa*.

Титр, КУО/мл: $1 \cdot 10^9$.

Препаративна форма: рідина.

Цільові культури: зернові, зернобобові, олійні, технічні, овочеві.

Термін зберігання: 12 місяців за температури +5...+18°C.

Фасування: 1, 5, 10 л.

Спосіб застосування: обробка ґрунту; обробка стерні після збирання врожаю.

Механізм дії: до складу препарату входять мікроскопічні бактерії та гриби, які володіють комплексом корисних в агрономічному аспекті властостей.

Мікроміцети *Trichoderma harzianum* та *Trichoderma lignorum* – це активні целюлозоруйнівні біоагенти, які володіють здатністю до розкладання рослинних решток. Мікроміцети виділяють комплекс целюлозолітичних ферментів, які починають розкладання стерні одразу після внесення препарату та протягом всього періоду існування грибів у ґрунті. Істотною перевагою мікроміцетів роду *Trichoderma* є їх фунгіцидна активність, що забезпечує знезараження рослинних решток.

Бактеріальна складова препарату БІОНОРМА ДЕСТРУКТОР представлена бактеріями *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aureofaciens*, *Paenibacillus polymyxa*. Ці мікроорганізми є активаторами корисної мікрофлори ґрунту за рахунок синтезу значної кількості біологічно-активних сполук, таких як ферменти, фітогормони, вітаміни та речовини антибіотичної природи, які пригнічують розвиток фітопатогенів.

Комплексна робота бактерій та мікроміцетів, що входять до складу препарату. Дозволяє прискорити процеси розкладання органічних решток на полі, залишаючи у ґрунті вуглець та азот рослинного походження. На додачу, препарат покращує фітосанітарний стан ґрунту за рахунок пригнічення патогенної мікрофлори та покращення родючості ґрунту, що сприяє підвищенню врожайності культурних рослин від 10 до 30 %.

Переваги препарату:

- стимуляція природного розкладання органічних рослинних решток;
- прискорення процесу компостування;
- збагачення ґрунту природним вуглецем та азотом;
- підвищення активності корисної ґрунтової мікрофлори;
- збільшення продуктивності послідуєчих культур на 10–30%;
- покращення фітосанітарного стану ґрунту.

Норми витрати для промислового використання:

Мета використання	Культури	Кількість препарату для приготування робочого розчину	Норма витрати рідини для приготування робочого розчину
Обробка ґрунту	Кукурудза, соняшник, ріпак, буряк	3–4 л/га	200–300 л/га
	Зернові, зернобобові	2 л/га	200–300 л/га
	Бобові трави	1 л/га	200–300 л/га

Інструкція по застосуванню:

Обробка ґрунту: проводиться робочим розчином (з розрахунку на 1 га), для приготування якого необхідно відповідну кількість препарату (див. табл.) змішати з 200–300 л води (кількість води залежить від об'єму бака оприскувача). За допомогою оприскувача робочий розчин рівномірно нанести на ґрунт з пожнивними рештками. Оброблений ґрунт рекомендується продискувати або виорати протягом 3 діб. Разом з препаратом рекомендується використовувати азотні добрива з нормою витрати 10–20 кг азоту по д.р. на 1 га в залежності від типу та кількості органічного субстрату: для крупностеблових рослинних решток слід брати максимальну кількість азотних добрив.

Комплексну ефективність деструкторів стерні підтверджено у дослідженнях Коваленко Анатолія¹¹²⁹, який наголошував, що післязбиральний період характеризувався високими температурами повітря. Істотні опади в регіоні у цей період не завжди були регулярними. Такий хід погодних умов і стану ґрунту не завжди був сприятливим для ефективної діяльності мікробних препаратів деструкторів стерні. Проте за їх застосування ступінь деструкції соломи та післяжнивних решток істотно підвищився, порівнюючи з варіантом без їх застосування (табл. 2.78–2.79).

Вплив мікробних препаратів, що застосовувалися для обробки соломи, на процес її розкладання змінював також і біологічну активність ґрунту в посівах наступної за пшеницею озимою культурою – сорго. Трансформація органічної речовини післяжнивних решток пшениці озимої під впливом мікробних препаратів зумовила збільшення чисельності мікроорганізмів, що беруть участь

¹¹²⁹ Коваленко А., Новохижній М., Коваленко О., Тимошенко Г. Деструкція решток. The Ukrainian Farmer. 2019. С. 58–61.

у процесах перетворення азотних сполук. Так, кількість амоніфікувальних мікроорганізмів в орному шарі ґрунту на початку вегетації сорго збільшилася на тлі оранки на 1,66–5,80 млн/г проти необробленого варіанту. Найбільшою була чисельність мікроорганізмів цієї групи в разі застосування препарату Біодеструктор стерні – 29,64 млн/г.

За безполицевих обробітків ґрунту незалежно від його глибини найбільшою була чисельність амоніфікаторів у разі застосування препарату Органік–баланс, яка перевищувала інші варіанти на 1,00–4,65 млн/г.

Чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів також змінювалась під впливом мікробних препаратів і операцій основного обробітку ґрунту. Проте відмінності між варіантами були дещо менші, ніж за кількістю амоніфікувальних мікроорганізмів.

Змінення мікробіологічної діяльності ґрунту вплинуло також і на його поживний режим. Так, кількість нітратів в орному шарі ґрунту на початку вегетації сорго була вищою за обробки соломи препаратом Екостерн – 64,5 мг/кг. На 11,3–13,7 мг/кг їхній уміст був менший у варіантах застосування препаратів Органік–баланс, Біонорм і Деструктор стерні. Надалі істотну перевагу мав варіант із застосуванням препарату Органік–баланс. Також слід зазначити істотне зменшення вмісту нітратів за обробки соломи мікробним препаратом Деструктор целюлози.

Нітрифікаційна здатність ґрунту хоча дещо й була підвищена під впливом мікробних препаратів, але ці зміни були менш помітними. Також на початку вегетації сорго нітрифікаційна здатність була вищою (160,3–167,7 мг/кг) у разі застосування препаратів Біодеструктор стерні, Екостерн і Деструктор целюлози, що на 9,0–16,4 мг/кг перевищувало інші варіанти. Наприкінці вегетації вищу нітрифікаційну здатність забезпечило застосування препаратів Деструктор целюлози, Біонорм й Органік–баланс – 163,0–169,7 мг/кг ґрунту.

На підставі досліджень встановлено, що між ступенем деструкції соломи пшениці озимої за 90 днів і вмістом NO_3 у шарі 0–30 см ґрунту під посівами сорго зернового в першій половині його вегетації існує високий кореляційний зв'язок: $r = 0,56$ і $0,80$, який знижується до вегетації рослин і стає незначним (рис. 2.71).

Такий самий кореляційний зв'язок, як і в попередньому випадку, існує між вмістом NO_3 у шарі 0–30 см ґрунту під посівами сорго зернового та його врожайністю (рис. 2.72–2.73).

Змінення біологічної активності й поживного режиму ґрунту в процесі розкладання соломи під впливом мікробних препаратів за різних операцій обробітку ґрунту вплинуло і на рівень врожайності (табл. 2.78–2.80). Дисперсійна обробка одержаних експериментальних даних дозволила встановити різницю дії та взаємодії досліджуваних чинників на врожайність сорго. Найбільше вплинули на формування врожаю сорго мікробні препарати, частка вливу яких становить 58,2%. Обробіток ґрунту мав дещо менший вплив – 14,5%.

Обробка деструкторами рослинних решток наступної культури в сівозміні також сприяла активізації їхньої деструкції, хоча й значно меншою мірою, ніж пшениці, що пов'язано з пізнішим збиранням сорго. Це сприяло підвищенню врожайності наступної за сорго культури ячменю ярого на 0,06–0,27 т/га. Таким чином, застосування деструкторів в умовах Південного Степу України є доволі ефективним для поліпшення біологічної активності ґрунту та підвищення врожайності.

Таблиця 2.78

Біомаса пшениці озимої та її хімічний склад залежно від основного обробітку ґрунту¹¹³⁰

Обробіток ґрунту	Маса соломи, т/га	Накопичення, кг/га	
		азоту	вуглецю
Оранка	5,81	29,6	2178
Безполицевий глибокий	5,44	27,8	2041
Безполицевий мілкий	4,98	25,4	1866

Примітка. 1 – уміст N – 0,51%; 2 – вміст C – 37,48%

Таблиця 2.79

Ступінь деструкції соломи пшениці озимої через 90 днів після обробки різними мікробними препаратами, %¹¹³¹

Препарат	Оранка	Безполицевий обробіток		Середнє по препарату
		глибокий	мілкий	
Контроль	26,9	24,6	21,0	24,2
Біодеструктор стерні	58,6	50,8	41,1	50,2
Екостерн	66,2	55,7	47,4	56,4
Органік–баланс	63,4	52,4	48,8	54,9
Біонорм	60,9	50,5	42,4	51,3
Деструктор целюлози	56,4	49,3	40,4	48,7

НІР₀₅ 1, 7.

¹¹³⁰ Коваленко А., Новохижній М., Коваленко О., Тимошенко Г. Деструкція решток. The Ukrainian Farmer. 2019. С. 58–61.

¹¹³¹ Коваленко А., Новохижній М., Коваленко О., Тимошенко Г. Деструкція решток. The Ukrainian Farmer. 2019. С. 58–61.

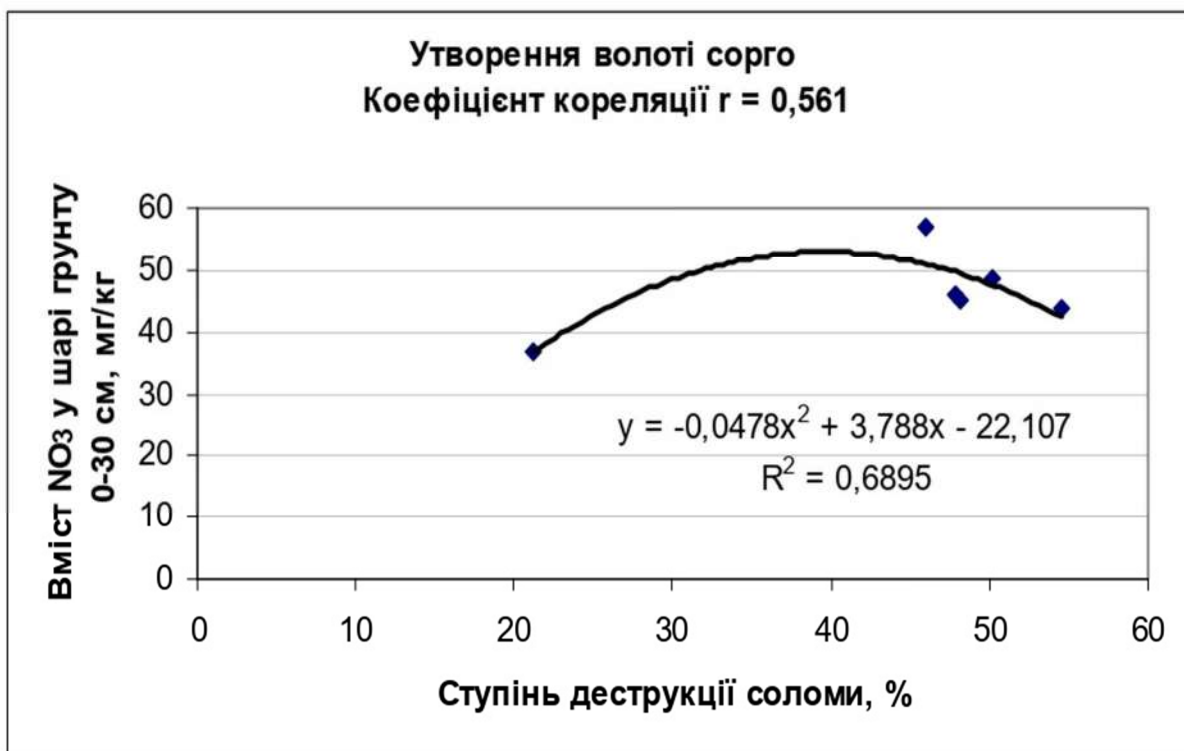


Рисунок 2.71 – Кореляційна залежність між ступенем деструкції соломи пшениці та вмістом NO_3 у шарі 0–30 см ґрунту під посівами сорго в період утворення волот ¹¹³²

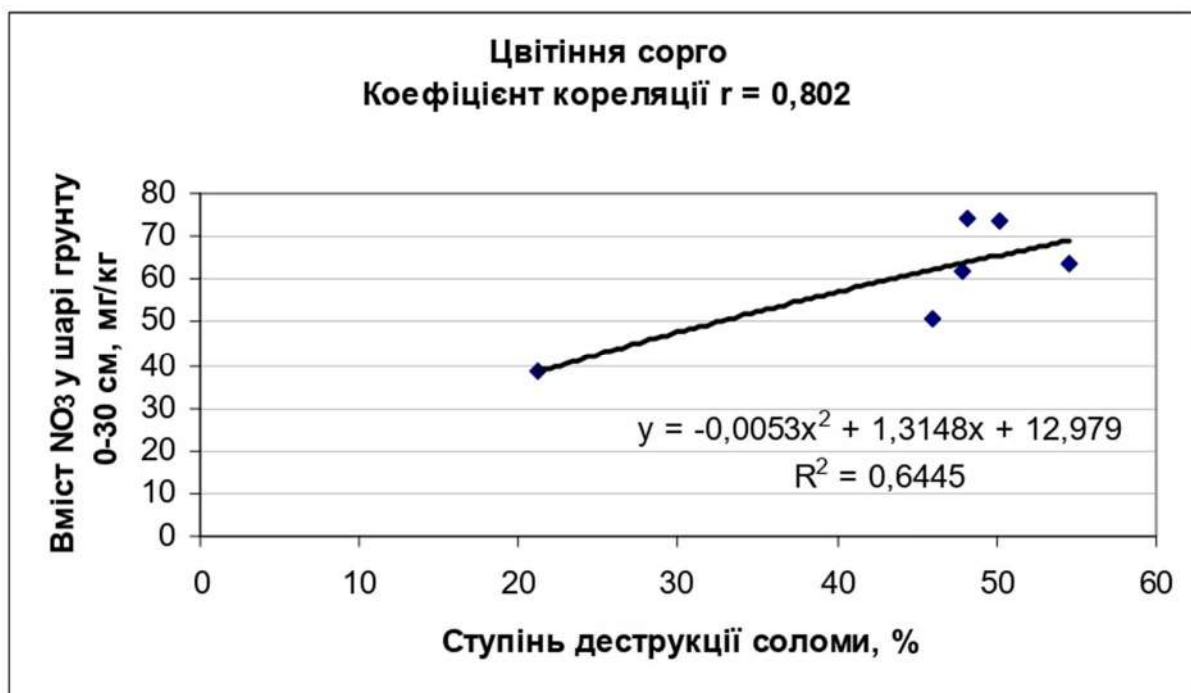


Рисунок 2.72 – Кореляційна залежність між ступенем деструкції соломи пшениці та вмістом NO_3 у шарі 0–30 см ґрунту під посівами сорго в період цвітіння ¹¹³³

¹¹³² Коваленко А., Новохижній М., Коваленко О., Тимошенко Г. Деструкція решток. The Ukrainian Farmer. 2019. С. 58–61.

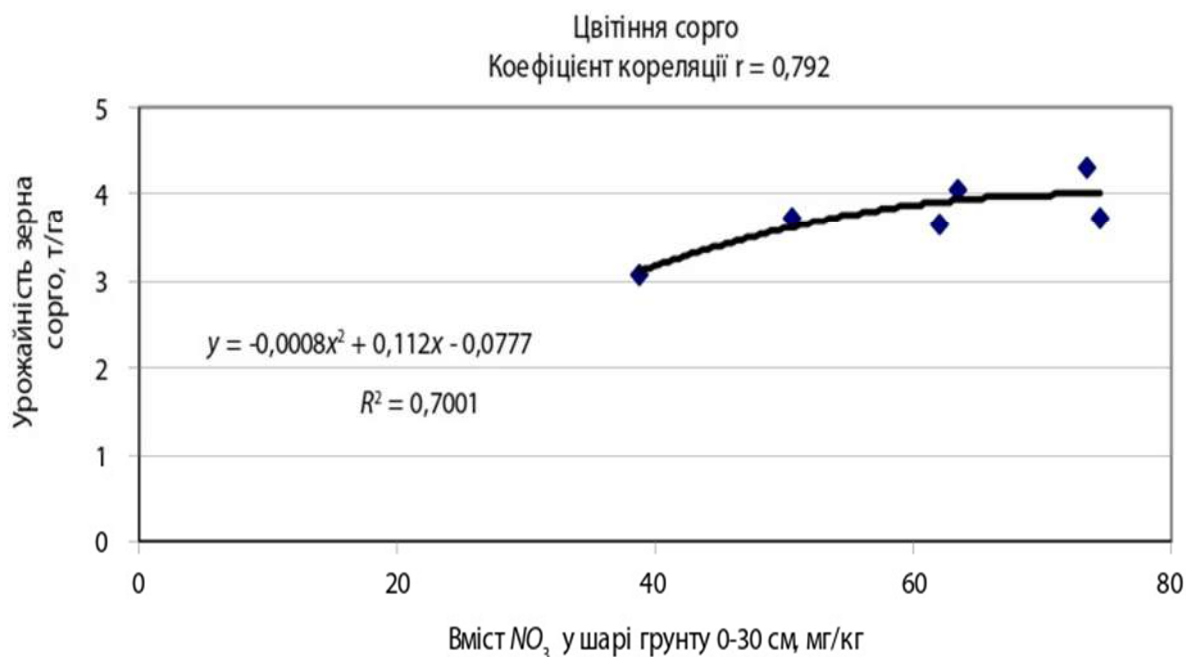


Рисунок 2.73 – Кореляційна залежність між вмістом NO_3 у шарі 0–30 см ґрунту під посівами сорго в період цвітіння та врожайністю ¹¹³⁴

Таблиця 2.80

Урожайність зерна сорго залежно від обробітку ґрунту та мікробних препаратів-деструкторів, т/га ¹¹³⁵

Препарат	Обробіток ґрунту			Середнє за фактором <i>B</i>
	оранка	безполицевий		
		глибокий	мілкий	
Контроль	4,24	3,94	4,07	4,08
Біодеструктор стерні	5,32	5,05	4,66	5,04
Екостерн	5,69	5,26	4,98	5,31
Органік–баланс	6,05	5,34	4,99	5,46
Біонорм	4,59	5,00	4,11	4,57
Деструктор целюлози	4,90	5,11	4,07	4,69

HP_{05} т/га часткові відмінності: фактор *A* – 0,23; фактор *B* – 0,2.

¹¹³³ Коваленко А., Новохижній М., Коваленко О., Тимошенко Г. Деструкція решток. The Ukrainian Farmer. 2019. С. 58–61.

¹¹³⁴ Коваленко А., Новохижній М., Коваленко О., Тимошенко Г. Деструкція решток. The Ukrainian Farmer. 2019. С. 58–61.

¹¹³⁵ Коваленко А., Новохижній М., Коваленко О., Тимошенко Г. Деструкція решток. The Ukrainian Farmer. 2019. С. 58–61.

На процес деструкції соломи також істотний вплив мали спосіб і глибина обробітку ґрунту, що пов'язано з глибиною загортання післяжнивних решток, за якої склалися різні умови зволоження у шарі розташування соломи. Так, на контрольному варіанті заміна оранки на безполицевий обробіток на таку саму глибину зменшувала ступінь деструкції на 3,4%, а перехід на мілкий безполицевий обробіток – на 7,6%. В середньому по чиннику обробіток ґрунту глибокий безполицевий зменшував ступінь деструкції на 9,4%, а перехід на мілкий обробіток – на 18,1%.

Обробка незагорнутих рослинних решток пшениці озимої препаратами-деструкторами за системи ноу-тілл знижувала інтенсивність розкладання соломи до 42,6–46,7%.

Дослідники з Китаю¹¹³⁶ дійшли висновку, що мікробні деструктори стерні можуть вважатися гарним варіантом підвищення родючості сільгоспугідь, хоча на ефективність впливає багато змінних.

Роботу групи вчених (Сільськогосподарський університет Аньхой, Міністерство землі та ресурсів КНР, Нанкінський сільськогосподарський університет) було опубліковано в журналі *Agropomy 2022* на порталі MDPI.

«Хоча мікробні інокулянти, що розкладають соломку (SDMI), загалом здатні підвищувати родючість ґрунтів з додаванням соломи, їх вплив на вивільнення окремих основних поживних речовин у ґрунті залишається спірним та погано задокументованим. Щоб заповнити ці прогалини у дослідженнях, ми провели метааналіз з використанням 1214 парних спостережень із 132 польових випробувань у Китаї.

Сільськогосподарський сектор Китаю виробляє понад мільярд тонн соломи на рік, яка містить азот (N), фосфор (P), калій (K) та інші мікроелементи, необхідні для здоров'я ґрунту та зростання врожаю.

Однак викид цих елементів у ґрунт залежить від швидкості розкладання компонентів соломи, таких як лігнін, целюлоза та геміцелюлоза.

Відмінності у вмісті у ґрунті N, P і K, з або без застосування SDMI, може допомогти з'ясувати ефективність SDMI щодо родючості ґрунту, а також механізм швидкості розкладання соломи та впливу на розвиток сільгоспкультур.

Ефективність SDMI сильно залежить від факторів зовнішнього середовища та ґрунтових характеристик.

Наприклад, внесення соломи з додаванням SDMI у кислий ґрунт при вирощуванні ріпаку збільшило загальний та доступний рівні азоту у ґрунті на 3% та 4% відповідно, у той час як зменшилась кількість загального та доступного фосфору у ґрунті на 3% та 22% відповідно. З іншого боку, у ріпаку є підвищена потреба у фосфорі, а екзогенна бактерія, присутня в SDMI, сприяє перетворення нерозчинних форм фосфору на доступні для рослин – тому забір елемента культурою з ґрунтів міг бути вищим.

¹¹³⁶ Медведева А. Есть ли польза от микробных разлагателей соломы для питания культур и здоровья почвы. URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/novosti/est-li-polza-ot-mikrobnyh-razlagatelei-solomy-dlja-pitanija-kultur-i-zdorovja-pochvy.html>.

Також, порівняно з нейтральними ґрунтами (рН 6,5–7,5), SDMI значно збільшив швидкість розкладання соломи та врожайність на кислих (рН \leq 6,5) та лужних ґрунтах (рН $>$ 7,5). Це може бути пов'язано з більш сильною конкуренцією між аборигенним мікробним населенням та SDMI у нейтральних ґрунтах, що обмежують ефективність SDMI.

Так само зміни у властивостях ґрунту та клімату викликають коливання чисельності, складу та активності нативних ґрунтових мікробних угруповань, таким чином, впливаючи на вплив SDMI у циклах поживних речовин. Що тепліше, то ефективніше діє розкладач і навпаки. Наприклад, для озимої пшениці низькі температури взимку пригнічують активність SDMI.

Більш того, середня річна кількість опадів (MAP) мала значну кореляцію з впливом соломи з додаванням SDMI на загальний азот ґрунту ($p = 0,008$) та доступного азоту ($p = 0,0006$).

Результати показали, що SDMI значно збільшує загальні та доступні концентрації азоту, фосфору та калію у ґрунті ($p < 0,05$), хоча збільшення поживних речовин варіювало залежно від умов.

Це може бути пов'язано з тим, як працюють функціональні мікроорганізми SDMI, що інгібують денітрифікацію та знижують втрати N за рахунок посилення мікробної іммобілізації азоту.

Вплив соломи з додаванням SDMI на загальний вміст фосфору в ґрунті та доступний у ґрунті калій в основному корелював з органічною речовиною ґрунту ($p = 0,032$) та MAP ($p = 0,049$) відповідно.

Як складний мікробний агент, SDMI містить активні мікроорганізми, що збільшують солубілізацію/розчинення фосфору та калію у ґрунті.

Значно більш високий приріст корисності ґрунту по калію може пояснюватися активністю кількох бактерій та грибних угруповань SDMI, що розчиняють осажені калій у доступні форми. Крім того, SDMI посилює розчинення калію в соломі на тлі опадів, що, відповідно, призводить до збільшення вмісту доступного калію в ґрунті¹¹³⁷.

Крім деструктора стерні прискорює та оптимізує процес розкладу і гуміфікації соломи її застосування разом із класичними зеленими сидератами. Доцільність поєднання сидерації з використанням соломи злакових культур підтверджується також біохімічним складом останньої. Відомо, що від особливостей біохімічного складу органічного матеріалу, що надходить до ґрунту, значною мірою залежить як інтенсивність мікробіологічного розкладання органічних речовин у ґрунті, так і активність мікроорганізмів у процесах утворення гумусу. Ступінь гуміфікації також залежить від інтенсивності мікробіологічного розкладання органічних речовин у ґрунті. Субстрати, збагачені біологічно нестійкими формами органічних сполук, зазнають швидкого мікробіологічного окиснення з утворенням таких кінцевих продуктів, як вуглекислий газ та вода.

¹¹³⁷ Медведева А. Есть ли польза от микробных разлагателей соломы для питания культур и здоровья почвы. URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/novosti/est-li-polza-ot-mikrobnyh-razlagatelei-solomy-dlja-pitanija-kultur-i-zdorovja-pochvy.html>.

Використання зеленої маси культур на сидерат у поєднанні з соломою злакових культур, багатих на лігнін та інші ароматичні сполуки, має позитивні наслідки для поліпшення родючості ґрунту.

Застосування ж проміжної сидерації у поєднанні з внесенням решток злакових культур забезпечує, крім вищеперерахованих позитивів, умови для додаткового синтезу гумусних сполук, тобто сумісне використання сидерату та решток злакових культур сприяє, крім оптимізації співвідношення C:N, спрямуванню мікробіологічних процесів у бік синтезу гумусу.

Ця проблема набуває особливого значення за умов інтенсивно-екологічного землеробства. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва з широким застосуванням різних агротехнічних заходів супроводжується значними змінами екологічного стану в агроценозах.

Поєднання зеленої маси сидерату (C : N = 20–25:1) і соломи (C : N = 80–100:1) створює у ґрунті сприятливі умови для розкладання: гальмує втрати азоту у процесі розкладання зеленої маси і пришвидшує – для соломи. До речі, чим дрібніша січка, тим ефективніше відбуваються процеси розкладання соломи у ґрунті.

Рекомендації щодо використання від 8–10 до 12–15 кг д.в. азоту на 1 т соломи для прискорення їхнього розкладання не враховують сучасну ціну мінеральних добрив. Найбільш ефективним та безпечним вирішенням цієї проблеми є деструкція соломи з використанням мікробіологічних препаратів. Цей спосіб набуває поширення останніми роками на практиці АПК.

Комплексним показником ефективності дії будь-яких добрив є врожайність і якість одержуваної продукції. Мікроорганізми, що населяють ґрунт, мають певний потенціал для використання їх у сільському господарстві, а заорювання соломи є для них додатковим джерелом живлення, отже, застосування «корисних» бактерій дозволяє збільшити врожайність та якість цілої низки сільськогосподарських культур.

Дослідження М.І. Пинаєвої та ін¹¹³⁸ встановлено, що застосування біопрепарату «Стерніфаг» для обробки соломи озимого жита внесеного під яру пшеницю досить ефективний прийом, особливо у вологі роки, коли він виявляє себе як фунгіцид. Більшою мірою він впливає на якість одержуваної продукції, ніж рівень врожайності. Внесення біопрепарату «Стерніфаг» призводить до збільшення вмісту білка в зерні ярої пшениці та покращення якості клейковини.

Характеристика та застосування біопрепарату «Стерніфаг СП». Основу препарату представляє гриб-антагоніст *Trichoderma harzianum* штам ВКМ F-4099D, здатний розкладати високополімерні компоненти рослинних залишків, що поєднує фітозахисні та ростостимулюючі властивості.

Разом з тим наголошується, що основою поліпшення родючості та збільшення урожайності сільськогосподарських культур ґрунтів за гострого

¹¹³⁸ Пинаева М.И. Влияние биопрепарата «Стернифаг» на урожайность и качество яровой пшеницы, возделываемой на дерново-мелкоподзолистой среднесуглинистой почве / М.И. Пинаева, Ю.А. Акманаева, Л.А. Михайлова. АгроЭкоИнфо. 2017, №4. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_424.doc.

дефіциту традиційних видів органічних добрив, на думку науковців і прогресивних практиків, повинні стати солома і рослинні рештки¹¹³⁹.

Без рослинних решток немає поживи для мікроорганізмів, без мікроорганізмів немає гумусу, а без гумусу – земля мертва! Професор І. А. Шувар у своїх наукових працях часто акцентує на цьому увагу і, зокрема, зазначає: «Грунт – живий організм, мертва земля не родить!»¹¹⁴⁰.

Уміст органічних сухих речовин у соломі становить 85% (для порівняння: у підстилковому гноєві – 20–25, у сидераті – 10, у рідкому гноєві – до 3%). Середній уміст загального азоту в соломі – 0,5, фосфору – 0,25, калію – 0,8 і 35–40% органічного вуглецю, який є енергетичним матеріалом для лабільних форм гумусу. За поєднання побічної продукції рослинництва з сидератом ефективність добрив і процес гумусоутворення та збільшенню урожайності сільськогосподарських культур еквівалентні застосуванню підстилкового гною у дозі 8–10 т/га¹¹⁴¹.

Таким чином, залежно від біологічних особливостей сортів та гібридів у полі після збирання врожаю зернових культур залишається у середньому 4,5–6,0 т/га соломи, що містить 20–25 кг азоту, 10–15 кг фосфору, 140–160 кг калію і кальцію, 7–12 кг сірки та понад 400 г мікроелементів; після кукурудзи – 6–8 т/га соломи з умістом 55–60 кг азоту, 20–25 кг фосфору, 120–130 кг калію; після соняшнику – 5,5–7 т/га соломи з умістом 70–85 кг азоту, 35–40 кг фосфору, 230–255 кг калію, 80–90 кг кальцію, 30–35 кг магнію. У перерахунку 79 на вміст цієї кількості елементів в мінеральних добривах це становить понад 6–7 тис. грн. на гектарі^{1142 1143 1144}.

Післяжнивні рештки сільськогосподарських культур та післяжнивні проміжні посіви культур на сидерат – це потужні джерела поповнення ґрунту поживними елементами та збагачення гумусу. Для посівів на сидерат можна використовувати будь-які культури, які мають рясну вегетативну масу і можуть вегетувати за умов осіннього дефіциту тепла та світла. Рослинні рештки здатні після загортання у ґрунт розкладатись, перетворюючись у гумус, а після мінералізації давати елементи живлення. Ніжна зелена маса сидератів та

¹¹³⁹ Стейніфорт А. Р. Солома злакових культур. Москва : Колос, 1983. 190 с.

¹¹⁴⁰ Шувар І. А. Спалювання соломи та рослинних решток у полі: користь чи шкода? Агробізнес сьогодні. 2017. № 12 (355). С. 47–50

¹¹⁴¹ Благовещенская З. К., Гришина Т. А., Булгаков В. М. Использование соломы в современном земледелии. Химия в сельском хозяйстве. 1986. № 10. С. 26–31.

¹¹⁴² Балаєв А. Д. Органічна речовина та шляхи її відновлення в чорноземах Лісостепу і Степу України : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук. Київ : НАУ, 1997. 47 с.

¹¹⁴³ . Богданович Р. П., Олійник В. С. Вплив використання нетоварної продукції рослинництва на коефіцієнти та характер біологізації землеробства в умовах Правобережного Лісостепу України. Sworld. 17–28 June 2014. URL: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-ofconferences/archives-of-individual-conferences/june-2014>.

¹¹⁴⁴ Шпаар Д., Гриб С. Зерновые культуры. Киев, 1995. 385 с

післяжнивних решток на гумус після розкладання майже не перетворюється, а, мінералізуючись, трансформується в елементи живлення для рослин^{1145 1146}.

На ступінь гумусоутворення та мінералізацію рослинних решток впливає глибина їх приорювання. На глибині 20–22 см мало кисню та тепла, тому рослинні рештки там розкладаються повільно, створюючи гумус та елементи живлення за порівняно довгий період. На глибині 10–12 см достатньо кисню та тепла, тому рослинні рештки там розкладаються інтенсивно і, мінералізуючись, швидко забезпечують рослини елементами живлення, майже не поповнюючи при цьому запасів гумусу в ґрунті^{1147 1148 1149}.

Чим більше в післяжнивній масі клітковини, тим більше з неї під час розкладання утворюється гумусових речовин. Ніжна зелена маса побічної продукції та сидератів, маючи мало клітковини, після перегнивання в ґрунті запасів гумусу не поповнює, а мінералізується в елементи живлення¹¹⁵⁰.

Унаслідок приорювання зеленої маси сидератів у ґрунті переважає мінералізація азоту, частина його втрачається, а за приорювання соломи без додаткового внесення азоту відбувається іммобілізація азоту ґрунту. Обидва процеси небажані. Сумісне використання зелених добрив і соломи створює оптимальні умови для розкладання органічних речовин, яке відбувається за співвідношення вуглецю до азоту (C:N) у межах 20–25:1, забезпечуючи 80 вищий коефіцієнт гуміфікації. Сумісне використання соломи і сидератів може відбуватися двома шляхами¹¹⁵¹.

За першого способу під покрив озимих чи ярих зернових культур впоперек рядків у відповідні строки підсівають дрібнонасінні бобові культури: люпин, сераделу, буркун та ін. Під час збирання покривної культури солома залишається на полі як мульча під сидератами, яку навесні наступного року загортають під просапні культури. За другого способу під час збирання зернових культур солому подрібнюють і рівномірно розкидають на полі, вносять добрива, площу дискують і після оранки відповідно готують для сівби культур на сидерат. У кінці липня – на початку серпня за такою технологією

¹¹⁴⁵ Гришина Л. А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. Москва : Изд-во МГУ, 1986. 200 с.

¹¹⁴⁶ Томашивский З. М., Шувар И. А., Мазур И. Б., Бинерт Б. И. Пожнивная горчица белая и урожай льна-долгунца. Земледелие. 1992. № 11–12. С. 26–27.

¹¹⁴⁷ Вильямс В. Р. Почвоведение. Москва: Сельхозиздат, 1939. С. 140–157.

¹¹⁴⁸ Дегодюк Е. Г. Сучасний стан земельних ресурсів України і шляхи відновлення земле- і природокористування. Стан земельних ресурсів України: проблеми, шляхи вирішення. Київ, 2001. С. 37–42.

¹¹⁴⁹ Демиденко О. В., Величко В. А. Агрофізичні умови ґрунтоутворення чорноземів в агроценозах. Вісник аграрної науки. 2013. № 2. С. 14–19.

¹¹⁵⁰ Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2018. 233 с.

¹¹⁵¹ Деревягин В. А., Кравченко М. Е., Русакова И. В. Солома – органическое удобрение. Владимир : ВНИПТИОУ, 1989. 65 с

можна висівати горох, вику яру в сумішках, ярий ріпак, перко, а в першій половині серпня – гірчицю білу, редьку олійну, фацелію¹¹⁵².

Приорювання соломи у поєднанні з сидератами поліпшує стійкість ґрунтових агрегатів, водоутримну здатність, сприяє збільшенню врожайності сільськогосподарських культур. Модельними лабораторно–польовими дослідженнями, виконаними В. С. Бульо і В. В. Сорочинським, встановлено, що біомаса сидерату за один рік, залежно від погодних умов, розкладається на 46–55%. Додавання подрібненої соломи сповільнює цей процес до 43%, а це певною мірою стимулює процеси гуміфікації, підвищуючи її до 0,25%, тоді як без соломи цей показник не перевищує 0,17%^{1153 1154 1155}.

Результати багаторічних досліджень МСГА ім. К.А. Тімірязєва в навчальному господарстві «Михайлівське» показали, що пожнивне зелене добриво (гірчиця біла) на дерново–підзолистих середньосуглинистих ґрунтах як в чистому вигляді, так і в поєднанні з соломною збільшувало продуктивність польових сівозмін на 17–20%. При заорюванні зеленої маси пожнивної гірчиці (15–20 т/га) врожайність картоплі підвищувалася на 49,8%, ячменю – на 50,5%, вівса – на 51,2%, зеленої маси вико–вівсяної суміші – на 34%¹¹⁵⁶.

Дослідженнями науковців Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України, виконаними на сірих лісових ґрунтах встановлено, що в чотиріпільній сівозміні урожай картоплі у середньому за 11 років за сумісного застосування редьки олійної, соломи у дозі 2 т/га сівозмінної площі і мінеральних добрив (N60P60K60) становив 237 ц/га, редьки олійної з мінеральним фоном – 232 ц/га, водночас після гною в дозі 15 т на 1 га сівозмінної площі – 216 ц/га і 170 ц/га у варіанті без добрив¹¹⁵⁷.

Усереднені за десять років дані врожаю зерна ячменю ярого показують, що у післядії гною і сидератів з соломною не встановлено достовірної різниці врожаїв. Так, у варіанті застосування редьки олійної з соломною отримано 41,7 ц/га, самої редьки олійної – 39,9, а у варіанті після гною з мінеральним фоном – 39,5 ц/га¹¹⁵⁸.

¹¹⁵² Ильина Л. В., Ушаков Р. Н., Возняковская Ю. М., Аврова Н. П. Использование растительной биомассы для повышения плодородия почв и продуктивности земледелия. Земледелие. 1998. № 6. С. 42–43.

¹¹⁵³ Бульо В. С., Сорочинський В. В. Сидерати і солома як фактори збереження родючості ґрунту. Землеробство XXI століття – проблеми та шляхи вирішення : матеріали міжвід. наук.-практ. конф. (Київ – Чабани, 8–10 черв. 1999 р.). Київ, 1999. С. 36–37. 49. Бунчак О. М. Органічні добрива

¹¹⁵⁴ Піковська О. В. Структурний стан чорнозему звичайного і вміст гумусу за різних технологій вирощування культур. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2011. № 2. С. 56–58.

¹¹⁵⁵ Тужилин В. М. Донник на сидерат в Нечернозем'ї. Земледелие. 1995. № 2. С. 8–9.

¹¹⁵⁶ Васильєв В. А. Органические удобрения в интенсивном земледелии. Москва : Колос, 1984. С. 174–176.

¹¹⁵⁷ Мельник І. П., Борковський М. М. Застосування олійної редьки та білої гірчиці на сидеральні добрива. Богородчани, 1975. 12 с.

¹¹⁵⁸ Лозановская И. Н., Орлов Д. С., Попов П. Д. Теория и практика использования органических удобрений. Москва: ПО «Агропромиздат», 1987. 94 с.

Якість сільськогосподарської продукції при застосуванні сидератів і соломи не погіршується, а зберігається такою, яку зумовлює удобрення гноєм. За вмістом органічних речовин і дією на відтворення гумусу 1 т соломи прирівнюється до 3–4 т підстилкового гною. З 1 т соломи синтезується 160–180 кг гумусу, а з 1 т гною – 50–60 кг^{1159 1160}.

З точки зору збереження родючості ґрунтів використання у сівозміні культур проміжного вирощування на сидерат має, безперечно, позитивний вплив на стан агроценозу, але обмежене тим, що надає (окрім покращення фізико-хімічних показників) для розвитку мікроорганізмів вуглець і, таким чином, перешкоджає надлишковій мінералізації гумусу. Застосування ж проміжної сидерації у поєднанні з внесенням решток злакових культур забезпечує умови для додаткового синтезу гумусних сполук. На підсилення процесів гуміфікації рослинних решток за умов деякого гальмування швидкості їх розкладання вказують результати досліджень О. М. Берднікова О. М.¹¹⁶¹.

Солома, використана як органічне добрива, цінна високим вмістом у ній сухих органічних речовин. За цим показником вона в 3,5–4 рази перевищує гній, тому реалізувати потребу землеробства в органічних добривах можна не на 25–30%, а на всі 80–90% завдяки використанню соломи та інших рослинних решток. Підраховано, що з кожної тонни соломи, внесеної у ґрунт, утворюється 70–100 кг/га гумусу. Приблизно така кількість гумусу утворюється з 5 т зеленої маси. Крім того, з внесенням 1 т соломи або 5–6 т зеленої маси в ґрунт надходить значна кількість поживних речовин, необхідних рослин: азоту – 3,7–5,5 кг, фосфору – 0,8–1, калію – 5,5–11, Кальцію – 2,2–9,2 кг. Солома, порівняно з гною, втричі–вчетверо екологічно чистіше. Вона містить більше органічних речовин, і до того ж витрати на внесення у ґрунт у сім разів менші. Інша річ, що її потрібно правильно та ефективно використовувати для перетворення на добриво. Хімічний склад соломи значною мірою залежить від виду рослини та умов вирощування (рис. 2.74).

Солома має у своєму складі широке відношення вуглецю до азоту (C:N) – 80–100:1. Мікроорганізми, що розкладають солому, для своєї життєдіяльності споживають азот із запасів ґрунту, і це триває доти, доки 82 відношення C:N в органічній масі не зменшиться до 20–25:1. Тому для зменшення депресивного впливу розкладання соломи на ґрунт важливе значення має азот, який, стимулюючи мікробіологічний комплекс, запобігає іммобілізації азоту ґрунту. Поєднання зеленої маси сидерату (C:N = 20–25:1) і соломи (C:N = 80–100:1) створює у ґрунті сприятливі умови для розкладання: гальмує втрати азоту у процесі розкладання зеленої маси і пришвидшує – для соломи. Чим дрібніша січка, тим ефективніше відбуваються процеси розкладання соломи у ґрунті.

¹¹⁵⁹ Мазур Г. А. Залежність продуктивності агроценозу від рівня родючості ґрунту. Землеробство. 2015. № 1. С. 82–85. URL: <http://zemlerobstvo.kiev.ua/wp-content/uploads/18.pdf>.

¹¹⁶⁰ Полевой В. В. Физиология роста и развития растений. Ленинград : Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 238 с.

¹¹⁶¹ Бердніков О. М., Никитюк Ю. А. Роль сидерації в сучасному землеробстві. Вісник аграрної науки. 2004. № 3. С. 12–15.

Сумісне застосування сидерату і соломи створює в ґрунті кращі умови для перебігу процесів розкладання: гальмує втрати азоту під час розкладання зеленої маси та пришвидшує – для соломи, і додатково вносити азотні добрива (10 кг/га д. р.) не потрібно¹¹⁶².

Вміст в 1 кг соломи			
Хімічний склад	мікроелементи, г	амінокислоти, г	вітаміни, мг
Клітковина – 33–42%	Калій – 2,6–10,2	Метіонін + цистин	А,Е,В – 5–40
		–	
БЕР (геміцелюлоза, лігнін, цукри, крохмаль) – 36.9–38%	Кальцій – 2–11,2	1,4–4	Каротин – 4
		Лізин – 1–2,4	
Протеїн – 3–7%	Фосфор – 0,6–1,4	Триптофан – 0,3– 0,6	-
Жири – 1,3–2,3%	Магній – 0,9–2,2	-	-
	Натрій – 0,4–1,3	-	-
	Хлор – 1–2,5	-	-
	Сірка – 1–1,5	-	-
Зола – 4–6%	Незначна кількість		-
	заліза, цинку, марганцю, йоду, кобальту – 0,4–0,6		

Рисунок 2.74 – Універсальні властивості соломи¹¹⁶³

Поряд із цим, в Україні та європейських країнах набутий значний досвід використання соломи як альтернативи традиційним органічним добривам. У країнах з розвиненим сільськогосподарським виробництвом основну масу поживних залишків застосовують як добриво і лише її незначну частку спалюють у котлах опалення. Так, у Німеччині спалюють лише 5% соломи, а

¹¹⁶² . Іутинська Г. О., Воцелко С. Д., Голобородько С. П. Трансформація рослинних решток сидератів і їх роль у формуванні гумусу на поливних землях Півдня. Посібник українського хлібороба. 2014. С. 48–51.

¹¹⁶³ Шувар І. Технологія удобрення сільхозкультур соломой. Пропозиція. 2019. № 11. URL: <https://propozitsiya.com/ru/tehnologiya-udobreniya-selhozkultur-solomoy>.

45% використовують як органічне добриво. У Франції на опалення спалюють 12%, інші застосовують у тваринництві або закладають у ґрунт як добрива. Така сама тенденція і в Бельгії, Великій Британії, Нідерландах, Люксембурзі. У Великій Британії, наприклад, використання соломи порівняно з попередніми роками, зросло у 18 разів.

У сучасному землеробстві велике значення набуває ведення рослинництва на основі аналізу фізико-хімічних характеристик ґрунту, що дозволяє заощадити значні кошти на добривах, правильно підібрати культури для вирощування та впроваджувати ефективні агротехнології.

Відомо, що солома на 1 м² згоряє за 30–40 секунд. При цьому температура на поверхні ґрунту перевищує 350°C, а на глибині 5 см – майже 50°C (навіть за температури 40°C гине ґрунтова біота). У шарі 0–10 см губиться волога. А в нас досі трапляються випадки, коли солому бездарно спалюють на полях! Нормальне біологічне функціонування ґрунту в цих умовах відновлюється лише через два–три місяці.

Відомо, що процес розкладання рослинних решток, у тому числі і соломи, у ґрунті протікає повільно. Його тривалість залежить від ґрунтово-кліматичних умов, якості подрібнення, глибини та рівномірності закладення, аерації ґрунту, наявності та активності мікроорганізмів, ґрунтової вологості, гранулометричного складу та вмісту гумусу.

Природним шляхом солома розкладається дуже повільно, що заважає проведенню агротехнічних операцій на полі та посіву подальшої культури. Встановлено, що за 2,5–4 місяці розкладається до 46% соломи, за півтора–два роки – до 80%, решта – пізніше. По розкладі 1 кг соломи в ґрунті вже через три місяці утворюється близько 50 г гумусу, а через два роки новоутворення закінчується, досягаючи максимального значення – близько 90–100 г цього вмісту до 70 г/кг ґрунту¹¹⁶⁴.

Широке співвідношення С:N у соломі (70–80:1) впливає її розкладання в ґрунті. Целюлозоруйнівні бактерії потребують значної кількості азоту. При нестачі його в соломі мікроорганізми споживають мінеральний азот із ґрунту, тобто йде іммобілізація азоту. Для нормального перебігу процесів розкладання соломи співвідношення С:N має бути 20–30:1. Тому під час удобрення ґрунту соломною на 1 т соломи додатково вносять 10–12 кг мінерального азоту. Активність мікроорганізмів зростає, якщо замість мінеральних добрив до соломи додати рідкий гній (6–10 т/га).

Процес розкладання органічних речовин рослинних залишків залежить від вмісту в них азоту. При використанні соломи на добриво слід вносити азотні добрива з розрахунку 10–15 кг речовини, що діє, на кожну тонну соломи. У той же час солома перегниває стабільніше за достатньої аерації ґрунту.

Останнім часом все більшого поширення набувають препарати для швидкого розкладання поживних залишків. Використання деструкторів

¹¹⁶⁴ Шувар И. Технология удобрения сельхозкультур соломой. Пропозиція. 2019. № 11. URL: <https://propozitsiya.com/ru/tehnologiya-udobreniya-selhozkultur-solomoy>.

уможливило прискорене розкладання у ґрунті поживних залишків та його збагачення органічними речовинами та азотом.

Фахівці сучасного землеробства повинні мати знання та практичний досвід використання біологічної деструкції рослинних залишків, яку вважають найефективнішим способом використання цінних властивостей соломи після збирання культури. Вони впливають скорочення терміну трансформації соломи на стадіях мінералізації і гуміфікації. Наразі застосовують біопрепарати з високою концентрацією селекційних бактерій азотофіксаторів та фосформобілізаторів, які знищують патогенні хвороби.

Оброблені деструктором рослинні залишки завдяки високій біологічній активності розкладаються вдвічі швидше, а кількість патогенної мікрофлори зменшується в чотири–п'ять разів. Швидкий процес мінералізації вимагає менше азоту з гумусу для роботи мікроорганізмів, оскільки вони швидше починають використовувати азот, вивільнений з відмерлих тіл бактерій і грибів. Тому для ефективної дії біодеструкторів на початку процесів трансформації соломи потрібно не 50 кг/га буд. (150 кг аміачної селітри), а відповідно лише 3–4 кг/га (10–15 кг). За таких умов через шість–дев'ять місяців ґрунт поповнюється мінеральним азотом, вивільненим як із запасів соломи (20 кг), так і з білкових тіл мікроорганізмів (3–4 кг), що еквівалентно 70 кг/га аміачної селітри та інших елементів у доступній для рослин формі. Через 1–1,5 року процес гуміфікації завершується і ґрунт поповнюється 1000 кг/га гумусу, у тому числі 14 кг гумусових та фульвокислот, гумінів, білків, вітамінів, аміно- та нуклеїнових кислот¹¹⁶⁵.

Солома на поверхні ґрунту припиняє розвиток ерозійних процесів, кінетична енергія дощових крапель не перевищує рослинними рештками, що запобігає запливанню ґрунту та утворенню поверхневої кірки. Систематичне внесення соломи стимулює природну життєдіяльність ґрунтової мікрофлори, інтенсивність її дихання, покращує її поживний режим. Періодичне внесення соломи разом із азотними добривами здатне збільшити врожайність культур до 10%. На *рис. 2.76* наведено особливості використання соломи у сучасному землеробстві для відновлення якості ґрунту в умовах глобальних змін клімату. Деградаційні процеси у сучасному землеробстві досягли свого максимуму. Нинішній рівень внесення мінеральних та органічних добрив не забезпечує сільськогосподарські культури повною мірою всіма потрібними елементами живлення, щоб не тільки компенсувати їхній винос з урожаєм, а й збільшувати вміст гумусу та поповнювати запаси їх рухомих форм у ґрунті.

Застосування соломи на добриво є важливим резервом недостатньо ефективного способу її використання на полях країни. Слід мати на увазі, що солону ріпаку, зернобобових культур та гречки потрібно подрібнювати та заорювати у ґрунт незалежно від віддаленості полів від місця заготівлі органічних добрив. Застосування соломи на добриво дозволяє суттєво заощадити матеріальні засоби та кошти.

¹¹⁶⁵ Шувар И. Технология удобрения сельхозкультур соломой. Пропозиція. 2019. № 11. URL: <https://propozitsiya.com/ru/tehnologiya-udobreniya-selhozkultur-solomoy>.

Застосування соломи		Заходи запобігання та усунення негативного впливу соломи	Екологічність застосування соломи
Переваги	Недоліки		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Доступність використання порівняно з іншими видами добрив ■ Менша затрата сил і часу на отримання порівняно з гноєм ■ Безпечніша і приємніша у використанні порівняно з гноєм ■ Завдяки повільному перебігу розкладання втрати поживних речовин мінімальні (гній втрачає близько 50% азоту та органічних речовин). Тому її краще зберігати та вносити на поле ■ За вмістом органічних речовин солома в 3-4 рази переважає їхній вміст у гної (внесення 1 т соломи сприяє утворенню 100-120 кг гумусу) ■ Покращення агрофізичних параметрів ґрунту: він стає пухкий, сприятливий для життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів і рослин, мінімізація впливу кліматичних екстремумів на врожай ■ Зростає загальна біологічна та ферментативна активність ґрунту, він збагачується на амінокислоти, вітаміни тощо, фізіологічно активні речовини, які поліпшують умови розвитку рослин ■ Застосування соломи, збагаченої вуглецем, стимулює розвиток бактерій-азотфіксаторів (1 г сприяє фіксуванню 15-20 мг азоту, в т.ч. атмосферного) ■ Унаслідок розкладання соломи верхній шар ґрунту і повітря акумулюють вуглекислий газ, стимулюючи нарощування зеленої маси рослин ■ Солома може виконувати ґрунтозахисну функцію (після збирання врожаю – мульчування ґрунту до її заорювання пізно восени) ■ У разі недостатньої кількості соломи на певному полі її можна завезти з інших полів для уникнення дефіциту мікроелементів, оскільки в соломі їх міститься більше, ніж у зерні 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Погіршується фітосанітарний стан ґрунту, оскільки наявні в ній патогени й шкідники можуть вплинути на зменшення врожайності наступної злакової культури на десятки відсотків. Якщо під злакові культури вносити солому бобових культур, гречки, то цей ефект буде мінімізовано ■ Оскільки солома зернових культур, порівняно з умістом у ній азоту, багата на вуглець, то наявна в ній мікрофлора зв'язує не тільки азот соломи та атмосфери, а й частину мобільного (доступного для рослин) азоту з ґрунту. Солома бобових культур такого недоліку не має ■ У процесі розкладання соломи в ґрунт виділяються жирні кислоти (особливо багато їх за анаеробних умов, що створюються внаслідок приорювання соломи на глибину понад 15-20 см), які уповільнюють розвиток усіх рослин (під цих виділень настає через 2-6 діб процесу розкладання). Також у ґрунт виділяються автотоксини, які згубно впливають на злакові культури ■ Для розкладання соломи, як і для інших органічних добрив, потрібна вода. Це може бути проблемою в зоні недостатнього зволоження. Щоправда, через глобальне потепління ця проблема можлива й в інших ґрунтово-кліматичних умовах України! У разі застосування гною цієї проблеми не виникає, оскільки в його складі становить вода ■ Унаслідок повільного процесу розкладання соломи поживні речовини її будуть доступні для рослин поступово впродовж трьох-п'яти років (якщо не вносити додатково азот чи застосовувати деструкцію) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Після внесення соломи не висівати злакові культури (збільшувати розрив у часі), оскільки ефект від удобрення соломою зростає, якщо її вносити щороку ■ Застосовувати удобрення соломою під попередник услід за збиранням урожаю культури. За шість-вісім місяців до висівання наступної культури концентрація інгібіторів росту рослин знизиться до мінімуму. Фітотоксини пригнічуватимуть тільки бур'яни! ■ Запаси рухомих форм поживних речовин не вимиватимуться в нижні горизонти ґрунту, а іммобілізуватимуться в органічних речовинах. Надлишкова волога, що є в соломі та ґрунті, не втрачатиметься, а буде ефективно використана на процеси розкладання соломи ■ Наступною культурою після внесення соломи доцільно розміщувати в сівозміні культуру родини бобових, оскільки вона здатна отримувати азот від бульбочкових бактерій, а вуглець – із органічних речовин як найкращого субстрату для них. Або ж – розміщувати просапні культури, зокрема картоплю ■ Оптимальна кількість соломи – 0,4-0,8 кг/м². Значну кількість її можна застосовувати за умов додаткового азотного живлення, деструкції або сумісно з вирощуванням культур на сидерат. Надмірне застосування соломи без дотримання науково обґрунтованих заходів може призвести до негативних наслідків ■ Подрібнення соломи перед її застосуванням має бути розміром 5-10 см для пришвидшення перебігу розкладання та рівномірного розподілу поверхнею ґрунту ■ За можливості внесення соломи доцільно поєднувати з додаванням у ґрунт азоту в легкодоступній формі. Зокрема, для малородючих ґрунтів – із розрахунку 1 кг азоту на 100 кг соломи; на чорноземах – відповідно 0,7 кг. Цей агрозахід на третину пришвидшує процес розкладання соломи; більша частина поживних речовин у соломі переходить у доступні для рослин форми 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Утилізується значна маса органічних речовин, що мінералізуються в ґрунті ■ Елементи напіврозкладених продуктів повністю поглинаються ґрунтовим комплексом ■ Солома повторно включається до колообігу мінерального й органічного живлення рослин для формування нової біомаси та вирощування нового врожаю ■ Солома, що розкладається в ґрунті впродовж тривалого часу, не забруднює його високими концентраціями нітратного азоту, органічним фосфором і калієм ■ Сталий баланс надходження до ґрунту і витрат елементів живлення рослинами із соломи унеможливує вимивання рухомих елементів і внесення їх із поверхневим стоком у водойми ■ Рівномірно розкидана полем солома захищає ґрунт у спеку від пересихання та ущільнення ■ Внесення соломи до ґрунту сприяє розвитку ґрунтової фауни, підвищує активність бактерій, дощових черв'яків і інших живих організмів, які сприяють поліпшенню агрохімічних і фізичних властивостей ґрунту ■ Використання соломи запобігає її нагромадженню в скиртах, а відтак немає сприятливих умов для розмноження в них мишоподібних гризунів, нагромадження насіння бур'янів, а також патогенної мікрофлори зернових культур

Рисунок 2.76 – Система використання соломи у сучасному землеробстві за И. Шуваром¹¹⁶⁶

¹¹⁶⁶ Шувар И. Технология удобрения сельхозкультур соломой. Пропозиция. 2019. № 11. URL: <https://propozitsiya.com/ru/tehnologiya-udobreniya-selhozkultur-solomoy>.

На жаль, досі серед певної частини населення України поширена думка про доцільність спалювання соломи як ефективний засіб боротьби з бур'янами, хворобами та шкідниками. Однак прихильники цього методу не враховують ні шкоди, яку завдають ґрунтові спалювання органічних речовин, ні шкоди для довкілля.

Насправді, після спалювання соломи нікуди не зникають ні бур'яни, ні хвороби, ні шкідники. Натомість гине корисна біота у верхньому шарі ґрунту, а втрати вуглецю становлять близько 2 т, що у вигляді вуглекислого газу виділяється в атмосферу. Мабуть, не всі замислюються над тим, що спалювання рослинних залишків завдає значної шкоди, адже у повітря потрапляють у великій кількості сполуки важких металів, чадний газ, ряд канцерогенних сполук, що значно шкодить здоров'ю людини.

Разом з тим, відмічається що в даний час розвиток землеробства вимагає врахування законів природи з метою збереження її ресурсного потенціалу, тому все більшої актуальності набуває проблема відтворення родючості ґрунту на основі біологізації землеробства. Порівняно з природними екосистемами до ґрунтів сільськогосподарських угідь надходить набагато менше рослинних решток, а з урожаєм щорічно виноситься велика кількість поживних елементів^{1167 1168}. У зв'язку з цим використання соломи як органічного добрива представляється перспективним агротехнічним прийомом, спрямованим на збереження та відтворення родючості ґрунтів.

При внесенні соломи у ґрунт утилізується значна маса її органічної речовини, забезпечуючи ґрунт елементами живлення та вихідним матеріалом для утворення гумусу. Перевагою використання соломи як добрива і те, що солома – одне з найдешевших і найдоступніших видів органічного добрива. Вміст вуглецю в соломі в 3–4 рази більший, ніж в інших органічних добривах, що сприяє збагаченню ґрунту цим елементом. Вуглець соломи зосереджений головним чином у целюлозі, геміцелюлозі та лігніні. Ці сполуки є енергетичним субстратом для ґрунтової мікрофлори та основним джерелом органічних речовин, що беруть участь у синтезі гумусу¹¹⁶⁹.

У ґрунт, крім вуглецю, із соломою повертаються біофільні елементи живлення – азот, фосфор, калій, кальцій, магній, а також ряд мікроелементів¹¹⁷⁰. Внесення соломи в ґрунт сприяє підвищенню біологічної активності ґрунтів, стимулює активний розвиток ґрунтової мікро– та мезофауни, що сприятливо позначається на фізичних властивостях ґрунту (структура, водопроникність,

¹¹⁶⁷ Безуглова О.С. Гумусное состояние почв юга России. - Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2001. 228 с.

¹¹⁶⁸ Наими О.И. Гумусное состояние и биологическая активность чернозёмов обыкновенных (североприазовских) при длительном сельскохозяйственном использовании. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 161-164.

¹¹⁶⁹ Кольбе Г., Штумпе Г. Солома как удобрение. М.: Колос, 1972. 88 с.

¹¹⁷⁰ Мишустин Е.Н. Использование соломы в качестве удобрения. Почвоведение. 1971. № 8. С. 49-54.

щільність складання) покращує її водно-повітряний та температурний режими¹¹⁷¹.

Однак, на відміну від інших органічних добрив (гною або торфокомпостних сумішей), які відразу після внесення в ґрунт можуть суттєво покращити його поживний режим, солома як добрива має свої особливості та її позитивна дія проявляється не відразу. У перший рік після заорання соломи можливе зниження врожайності культур, що обробляються, причиною якого є погіршення азотного живлення рослин через активне використання мінерального азоту мікроорганізмами, що розкладають солому. Цю проблему можна вирішити внесенням компенсуючої дози азоту, забезпечуючи активну життєдіяльність, що бере участь у розкладанні мікрофлори¹¹⁷².

Солома зернових культур має тривалий період розкладання через високий вміст лігніну, целюлози та кремнійорганічних сполук, склад характеризується високим співвідношенням вуглецю до азоту. Час розкладання соломи багато в чому залежить від кліматичних умов, а також від хімічних, фізичних та біологічних властивостей ґрунту. Одним із способів прискорити її розкладання у ґрунті та збільшити вивільнення доступних для рослин елементів живлення є внесення спільно з соломою біологічних препаратів, у тому числі гумінових¹¹⁷³
1174

Приведені вище факти підтверджуються цілим рядом досліджень. Так для вивчення процесів розкладання соломи у ґрунті було закладено лабораторний дослід¹¹⁷⁵. Ґрунт із орного шару змішували із подрібненою до 2–3 см соломою озимої пшениці та компостували при кімнатній температурі та вологості ґрунту 60% від ПВ. Схема досвіду включала чотири варіанти: 1 – контроль – ґрунт + солома (П + С); 2 – ґрунт + солома + аміачна селітра з розрахунку 10 кг/т (П + С + N); 3 – ґрунт + солома + гуміновий препарат ВІО–Дон (П+С+ВІО–Дон); 4 – ґрунт + солома + гуміновий препарат ВІО–Дон–15 (П+С+ВІО–Дон–15).

Вихідний ґрунт – чорнозем звичайний карбонатний із вмістом загального гумусу – 3,55%, нітратного азоту – 2,2 мг/кг, амонійного азоту – 20,1 мг/кг, рухомого фосфору – 33,8 мг/кг. ВІО–Дон – рідкий гуміновий препарат, отриманий з вермікомпоста, з вмістом гумінових речовин 2 г/л. ВІО–Дон–15 –

¹¹⁷¹ Еремін Д.И., Ахтямова А.А. Возможности ускорения разложения соломы яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Зауралья. Агропродовольственная политика России. 2015. № 4 (40). С. 35-38.

¹¹⁷² Еремін Д.И., Ахтямова А.А. Возможности ускорения разложения соломы яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Зауралья. Агропродовольственная политика России. 2015. № 4 (40). С. 35-38.

¹¹⁷³ Наими О.И., Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Кудерубова О.Ю. Воспроизводство плодородия чернозема обыкновенного карбонатного при внесении соломы с гуминовыми препаратами. Достижения науки и техники АПК. - 2018. Т. 32. № 8. С. 11-16.

¹¹⁷⁴ Наими О.И. Влияние гуминового препарата на динамику азота и фосфора в почве при внесении соломы. Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: Материалы Междунар. научной экологической конф. Краснодар, 2018. С. 173-175.

¹¹⁷⁵ Наими О.И. Особенности использования соломы в качестве органического удобрения. International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2019. Vol.9-1. P. 10-13.

гуміновий препарат, збагачений культурою *Clostridium*. Обробка гуміновими препаратами проводилася під час закладення досвіду. При цьому встановлено, що незважаючи на високий вміст у соломі органічних сполук, що є основою для формування гумусових речовин, основна їх частина в природних умовах мінералізується і лише 10–20% перетворюється на гумус і зберігається у ґрунті у формі стійких до розкладання речовин. У зв'язку з цим можливості накопичення гумусу за рахунок соломи, як і інших органічних добрив, не безмежні.

Гумусовий стан – основний показник потенційної родючості ґрунту. При вивчення процесів гумусообрання в лабораторному досвіді виявлено, що максимальна їх інтенсивність спостерігається в перші 5 місяців експерименту, про що свідчить збільшення загального вмісту гумусу, його мобільної фракції, а також зниження відношення Сгк: Сфк у цей період (табл. 2.81).

Таблиця 2.81

Динаміка показників гумусного стану чорнозему звичайного при компостуванні із соломою¹¹⁷⁶

Варіант	Гумус, %			Рухомий вуглець, %			Сгк:Сфк		
	Тривалість компостування, місяців								
	1	5	7	1	5	7	1	5	7
1 – Г + С	3,56	3,59	3,62	0,137	0,136	0,120	2,19	2,32	2,40
2 – Г + С + N	3,65	3,69	3,70	0,150	0,163	0,130	2,11	2,15	2,30
3 – Г + С + ВЮ–Дон	3,58	3,62	3,64	0,144	0,140	0,126	2,18	2,30	2,39
4 – Г + С + ВЮ–Дон–15	3,58	3,64	3,63	0,148	0,152	0,137	2,10	2,26	2,32

Обробка гуміновими препаратами сприяла більш інтенсивному залученню соломи до процесів мінералізації та гумифікації та в кінцевому підсумку – збереження та накопичення гумусу в ґрунті. У сприятливих умовах солома здатна надавати тривалий позитивний вплив на вміст доступних для рослин елементів живлення. Так, протягом усього досвіду з усіх варіантів спостерігається зростання нітратного азоту та рухомого фосфору, визначеного за методом Мачигіна. Через 7 місяців найбільший вміст цих елементів спостерігався у варіанті з препаратом ВЮ–Дон–15 (табл.).

Вміст обмінного амонію на початку досвіду постійно зростає за всіма варіантами, що активним процесом мінералізації соломи. Після п'яти місяців компостування його кількість у ґрунті поступово зменшується, що можна пояснити як споживанням азоту мікрофлорою, так і переходом частини амонійного азоту до нітратного. Зміст обмінного амонію у випадках з гуміновими препаратами можна порівняти з його кількістю в контрольному варіанті.

¹¹⁷⁶ Наими О.И. Особенности использования соломы в качестве органического удобрения. International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2019. Vol.9-1. P. 10-13.

Динаміка змісту рухомих форм поживних елементів у чорноземі звичайного при компостуванні із соломою¹¹⁷⁷

Вариант	N-NO ₃			N-NH ₄			P ₂ O ₅		
	Тривалість компостування, місяців								
	1	5	7	1	5	7	1	5	7
1-Г + С	2,2	16,3	23,9	21,2	34,9	29,5	34,4	35,9	38,7
2 - Г + С + N	2,8	28,1	31,2	23,6	37,6	32,0	34,1	39,1	40,4
3 - Г + С + ВЮ-Дон	2,4	15,2	37,0	22,6	34,0	28,8	34,2	37,6	40,3
4 - Г + С + ВЮ-Дон-15	2,6	18,4	48,3	21,4	32,8	29,3	35,3	37,1	41,1

Таким чином, заорювання соломи в агроценозах дозволяє залучити до біологічного кругообігу органічну речовину та біофільні елементи живлення, які щорічно відчужуються з урожаєм. Обробка соломи гуміновими препаратами сприяє збільшенню швидкості її розкладання.

Вплив соломи як добрива на кругообіг поживних речовин та врожайність може здійснюватися двома шляхами: по-перше, наявні в соломі та звільняються в результаті мінералізації поживні речовини можуть безпосередньо підвищувати їх запас у ґрунті та споживатися рослинами; по-друге, завдяки процесам розкладання внаслідок посилення мікробіологічної активності може змінюватися доступність поживних речовин ґрунту для рослин^{1178 1179}. Коефіцієнти використання елементів живлення, що входять до складу рослинних залишків (крім азоту), зазвичай у 3–4 рази вищі, ніж із мінеральних добрив або із запасів рухомих елементів у ґрунті¹¹⁸⁰.

Особливістю бобових культур є їхня здатність частково задовольняти потребу в азоті за рахунок симбіотичної фіксації його бульбочковими бактеріями з атмосфери¹¹⁸¹. За оцінками Є.П. Трепачова (1999), з допомогою азоту атмосфери формується від 30 до 80% врожаю бобових. Розміри відчуження азоту ґрунту залежать від коефіцієнта симбіотичної азотфіксації. Чим він більший, тим менша частка відчужуваного азоту з ґрунту і навпаки.

Для кожної бобової культури визначається свій коефіцієнт азотфіксації у даних конкретних умовах. Найбільш простим і задовільним методом стосовно

¹¹⁷⁷ Наими О.И. Особенности использования соломы в качестве органического удобрения. International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2019. Vol.9-1. P. 10-13.

¹¹⁷⁸ Кольбе, Г. Солома как удобрение / Г. Кольбе, Г. Штумпе. М.: Колос, 1972. 75 с

¹¹⁷⁹ Найдин, П.Г. Удобрение зерновых и зернобобовых культур. М.: Сельхозгиз, 1963. 263 с

¹¹⁸⁰ Роль растительных остатков в обеспечении растений зольными элементами на подзолистых почвах / А.Д. Фокин [и др.] Почвоведение. 1979. № 6. С. 53–61.

¹¹⁸¹ Кожемяков, А.П. Приемы повышения продуктивности азотфиксации и урожая бобовых культурю Биологический азот в сельском хозяйстве. М.: Наука, 1989. С. 15–26.

польових умов може бути метод порівняння бобових і злакових рослин за вмістом у них азоту для одиницю площі¹¹⁸².

Дослідження проводили на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті дослідного поля ВНДІОУ у ланці сівозміни: озима пшениця – вузьколистий люпин на зерно – картопля – ячмінь. Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту: гумус – 1,36%; рНКС₁ – 5,1; Нг – 1,64; вміст рухомих форм фосфору та калію (по Кірсанову) – 105 та 137 мг/кг ґрунту.

Під картоплю та ячмінь мінеральні добрива не вносили, під люпин заорювали стерню та солому озимої пшениці за наступною схемою:

1. Стерня: заорання восени (контроль);
2. Стерня: дискування, заорання восени;
3. Стерня + солома: запашка восени;
4. Стерня + солома: дискування, заорання восени;
5. Стерня + солома: дискування, заорювання навесні.

Маса заораної соломи в середньому склала 4,8 т/га, стерні та коріння – 2,7 т/га. Із соломою в ґрунт надійшло 19,8 кг азоту, 10,4 кг фосфору та 48,5 кг калію на 1 га, зі стернів та корінням – 8,5 кг, 4,7 та 19,5 кг відповідно (табл. 2.83). Щоб більш рельєфно оцінити ефективність соломи під люпин та її післядія спільно з люпином на картоплі та ячмені, врожайність зерна пшениці озимої при розрахунках не враховували.

Таким чином, у ґрунт варіантів 1 і 2 зі стернів і корінням надійшло в середньому 33 кг/га NPK, а в 3–5 варіантах з соломою, стернем та корінням – 111 кг/га NPK.

Таблиця 2.83

Агрохімічна характеристика рослинних решток озимої пшениці (середнє за 3 роки)¹¹⁸³

Вид	Маса повітряно-сухої органічної речовини, т/га	Вміст елементів живлення у сухій речовині, %				
		C	N	C:N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Солома	4,24	47,6	0,47	102	0,25	1,14
Стерня і корені	2,03	47,7	0,43	113	0,23	0,95

Дослідження засвідчили, що за удобрення соломою підвищується коефіцієнт азотфіксації (табл.). Загальний винос азоту та винесення його з атмосфери на тлі соломи значно зростають. Так, загальний винос азоту у випадках із соломою залежно від методу і терміну закладення зріс на 31–69% проти контролем, винос азоту з атмосфери – на 48–107%. На величину

¹¹⁸² Трепачев, Е.П. Агрохимический аспекты биологического азота в совре-менном земледелии М., 1999. 498 с.

¹¹⁸³ Анисимова Т.Ю. Особенности использования соломы в полевом севообороте с узколистым люпином на дерново-подзолистой супесчаной почве. Почвоведение и агрохимия 2014. № 1(52). С. 326-333.

винесення люпином азоту з ґрунту удобрення соломою впливу практично не справило.

Виніс NPK з ґрунту на 1 т основної продукції, з урахуванням побічної, визначений лабораторним аналізом, показав, що споживання люпином азоту (з відрахуванням симбіотичного) у випадках без соломи в середньому було вищим на 19,4% (табл. 2.84). Винос же фосфору і калію виявився вищим у випадках з соломою. Споживання фосфору при внесенні соломи було більшим на 15,7–29,8%, а калію – на 16,2–31,5%.

Таким чином, внесення соломи під люпин збіднює його азотом і, відповідно, білком, збільшуючи вміст фосфору та калію. Азот, «призначений» люпину, витрачається мікробіотою ґрунту при мінералізації соломи. Водночас у ході розкладання соломи покращується живлення люпину калієм та фосфором, що сприяє їх накопиченню в урожаї.

Таблиця 2.84

Вплив способів та термінів закладення соломи на вміст загального азоту в біомасі люпину, коефіцієнти азотфіксації та розміри споживання азоту рослинами люпину (в середньому за 3 роки)¹¹⁸⁴

Варіант	Загальний виніс N, кг/га	Виніс N із ґрунту, кг/га	Споживання N із атмосфери, кг/га	Коефіцієнт азотфіксації
Стерня: заорювання восени (контроль)	80,9	28,3	52,6	0,65
Стерня: дискування, заорювання восени	87,5	28,4	59,1	0,66
Стерня + солома: заорювання восени	106,0	27,9	78,1	0,74
Стерня + солома: дискування, заорювання восени	118,0	28,1	89,9	0,77
Стерня + солома: дискування, заорювання весною	137,0	28,0	109,0	0,80

Технологічні прийоми використання соломи на добриво позначилися на продуктивності ланки сівозміни (табл.).

Осіння оранка незадислованої соломи була найбільш ефективною, продуктивність ланки сівозміни в цьому варіанті збільшилася на 23,1% порівняно з контролем. Дискування соломи при осінньому заоранні збільшило продуктивність ланки сівозміни на 18,6%, при весняній – на 21,1%. Аналіз

¹¹⁸⁴ Анисимова Т.Ю. Особенности использования соломы в полевом севообороте с узколиственным люпином на дерново-подзолистой супесчаной почве. Почвоведение и агрохимия 2014. № 1(52). С. 326-333.

економічної та енергетичної ефективності від застосування соломи під вузьколистий люпин у ланці сівозміни показав, що рівень рентабельності вирощування культур при використанні соломи на добриво підвищився на 41,8–58,7%, коефіцієнт енергетичної ефективності у варіантах із соломою збільшився на 15,0–21,5%.

У післядії на картоплі та ячмені внесення соломи під люпин не впливало на величину винесення елементів живлення одиницею продукції. У середньому за п'ятьма варіантами досвіду зернобобова культура – люпин вузьколистий відрізнялася від зернової культури – ячменю втричі меншою витратою ґрунтового азоту, в 1,6 раза – калію на одиницю продукції, що підкреслює ресурсозберігаючу роль люпину в сівозміні.

При визначенні фактичного винесення NPK кожною культурою в середньому за 3 роки у ланці сівозміни показано: картопля після люпину споживає поживних речовин в 1,2–1,6 рази більше люпину і в 1,5–2 рази більше ячменю, що йде за ним. При заоранні задискованої соломи навесні під люпин забезпечувалося краще її використання люпином за відсутності післядії на ячмені (табл. 2.85–2.88).

Сумарний винос NPK за трьома культурами у випадках з соломою виявився на 17,5–36,2% вище, ніж на контролі.

Таблиця 2.85

Ефективність застосування соломи у ланці сівозміни з люпином¹¹⁸⁵

Варіант	Збір товарної продукції, ц/га	Приріст		Рівень рентабельності, %	Коефіцієнт енергетичної ефективності, %
		ц/га	%		
Стерня: заорювання восени (контроль)	79,8	–	–	154,2	2,40
Стерня: дискування, заорювання восени	83,9	4,1	5,1	160,8	2,51
Стерня + солома: заорювання восени	98,2	18,4	23,1	213,8	2,99
Стерня + солома: дискування, заорювання восени	94,5	14,7	18,6	200,9	2,83
Стерня + солома: дискування, заорювання весною	96,6	16,8	21,1	199,1	2,86
НСР ₀₅	10,8				

Якщо порівняти сумарний вміст елементів живлення в урожаї люпину та картоплі, включаючи фіксований люпином азот повітря, виходять досить

¹¹⁸⁵ Анисимова Т.Ю. Особенности использования соломы в полевом севообороте с узколистым люпином на дерново-подзолистой супесчаной почве. Почвоведение и агрохимия 2014. № 1(52). С. 326-333.

близькі результати. Однак джерела азоту для цих культур різні: більша частина його люпином отримана з повітря, а просапною культурою – картоплею – з ґрунту, коренепоживних залишків та ексудатів люпину. Як компонент сівозміни люпин – ресурсозберігаюча культура, картопля ж – споживає. Перевага люпину перед картоплею та ячменем – його здатність позитивно реагувати на внесення соломи без застосування азотних добрив.

Аналізуючи дані даних досліджень зроблено авторами такі висновки:

- баланс азоту у ланці сівозміни з люпином, удобреним соломою, позитивний лише за її попередньому дискуванні перед запашкою. При цьому знижувався коефіцієнт використання азоту із соломи та ґрунту за рахунок збільшення частки симбіотичного азоту;
- баланс фосфору та калію глибоко дефіцитний за всіма варіантами досвіду;
- поєднання люпину з соломою забезпечує збільшення виносу фосфору за ротацію на величину, близьку до вмісту фосфору в соломі;

Таблиця 2.86

Сумарний баланс NPK у ланці сівозміни з люпином, картоплею та ячменем¹¹⁸⁶

Варіант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Надійшло із соломою та симбіотичним азотом, кг/га			
Стерня: заорювання восени (контроль)	61,1	4,7	19,5
Стерня: дискування, заорювання восени	67,6	4,7	19,5
Стерня + солома: заорювання восени	106,4	15,6	68,0
Стерня + солома: дискування, заорювання восени	118,2	15,6	68,0
Стерня + солома: дискування, заорювання весною	137,3	15,6	68,0
Винос із ґрунту врожайми трьох культур, кг/га			
Стерня: заорювання восени (контроль)	96,9	67,1	150,0
Стерня: дискування, заорювання восени	106,5	67,1	151,0
Стерня + солома: заорювання восени	132,3	88,3	204,1
Стерня + солома: дискування, заорювання восени	116,0	82,5	182,2
Стерня + солома: дискування, заорювання весною	90,9	89,5	188,0

¹¹⁸⁶ Анисимова Т.Ю. Особенности использования соломы в полевом севообороте с узколиственным люпином на дерново-подзолистой супесчаной почве. Почвоведение и агрохимия 2014. № 1(52). С. 326-333.

Таблиця 2.87

Стан балансу (кг/га) та його інтенсивність (%)¹¹⁸⁷

Варіант	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	баланс	Інтенсивність	баланс	Інтенсивність	баланс	Інтенсивність
Стерня: заорювання восени (контроль)	-35,8	63,1	-62,1	7,0	-130,5	13,0
Стерня: дискування, заорювання восени	-38,9	63,5	-62,4	7,0	-131,5	12,9
Стерня + солома: заорювання восени	-25,9	80,4	-72,7	17,7	-136,1	33,3
Стерня + солома: дискування, заорювання восени	+2,2	101,9	-66,9	18,9	114,2	37,3
Стерня + солома: дискування, заорювання весною	+46,4	151,0	-73,9	17,4	120,0	36,2

Таблиця 2.88

Коефіцієнти використання елементів живлення %¹¹⁸⁸

Варіант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Стерня: заорювання восени (контроль)	–	–	–
Стерня: дискування, заорювання восени	14,2	0	5,0
Стерня + солома: заорювання восени	33,2	136,0	54,1
Стерня + солома: дискування, заорювання восени	16,1	98,7	56,1
Стерня + солома: дискування, заорювання весною	4,0	144,0	55,9

- введення соломи у ланку сівозміни з люпином зберігає ресурси ґрунтового калію у кількості, що надходить із соломною;
- за трирічну ротацію при використанні соломи під люпин зростає інтенсивність балансу з азоту на 17,3–87,9%, фосфору – на 10,911,9%, калію – на 20,3–24,3%;

¹¹⁸⁷ Анисимова Т.Ю. Особенности использования соломы в полевом севообороте с узколистным люпином на дерново-подзолистой супесчаной почве. Почвоведение и агрохимия 2014. № 1(52). С. 326-333.

¹¹⁸⁸ Анисимова Т.Ю. Особенности использования соломы в полевом севообороте с узколистным люпином на дерново-подзолистой супесчаной почве. Почвоведение и агрохимия 2014. № 1(52). С. 326-333.

- по соломі зростають коефіцієнти використання фосфору та калію з ґрунту та соломи.

В результаті проведення даних досліджень також виявлено високу агроекономічну, агрохімічну, ресурсовідновлюючу та енергозберігаючу ефективність спільного використання вузьколистого люпину та соломи озимої пшениці у ланці зернопропашної сівозміни на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті. Застосування соломи під вузьколистий люпин у ланці сівозміни було економічно та енергетично вигідно. Найбільш ефективною була осіння заорання соломи без застосування дискування.

Люпин відрізнявся від зернової культури – ячменю втричі меншою витратою ґрунтового азоту і в 1,6 рази – калію на одиницю продукції, що підкреслює ресурсозберігаючу роль люпину в сівозміні. Сумарний винос NPK за трьома культурами (вузьколистий люпин – картопля – ячмінь) у випадках із соломою вище на 17,5–36,2% проти контролем, що пов'язані з підвищенням врожайності культур. Баланс азоту у ланці сівозміни з люпином, удобреним соломою, позитивний лише за її попередньому дискуванням перед заоранням (від 2,2 до 46,4 кг/га). При цьому знижувався коефіцієнт використання азоту з ґрунту та соломи за рахунок збільшення частки та переважання симбіотичного азоту в урожаї люпину. Водночас люпин та солома не відшкодовують виведення фосфору та калію з урожаєм. Баланс цих двох елементів негативний і потребує інтенсивного використання мінеральних і органічних добрив.

Відмічається також, що збирання соломи з полів завжди було проблемою, що потребує великих матеріальних витрат. Традиційний спосіб використання соломи як підстилки вимагає великих витрат на вантажно-розвантажувальні роботи при збиранні, стогуванні, доставці до ферм, на подрібнення, а також всі види робіт, пов'язані з вивезенням органічних добрив. Так, при збиранні зернових культур комбайном КЗС-7 з розстилом соломи у валок експлуатаційні витрати становлять 117 дол. США/га, витрата ПММ – 14 кг/га. Для того, щоб прибрати солому з поля в пакунках, необхідно до цих витрат додатково витратити 68 дол. і 31 кг ПММ^{1189 1190}.

Використання соломи як органічного добрива (подрібнення при збиранні та залишення на полі) – ефективний спосіб її утилізації, а також збагачення ґрунту елементами живлення та покращення агрофізичних властивостей.

Користь сидерації не викликає сумнівів. Цей прийом широко застосовується у країнах Західної Європи та близького зарубіжжя. Науковими установами Білорусі досить добре розроблені технології використання сидератів та соломи під зернові культури та картопля, але немає даних щодо застосування їх під цукрові буряки. З метою вивчення впливу сидератів та соломи на продуктивність цукрових буряків та післядії на ячмінь на Дослідній станції з цукрових буряків (м. Несвіж) у 2000 році було закладено стаціонарний польовий дослід. Сівозміна 4-пільна: озиме тритикале – цукровий буряк –

¹¹⁸⁹ Кадыров, М. А. Солома как органическое удобрение. / Кадыров М. А., Булавин Л. А., Бачило Н. Г Земляробства і ахова раслін. 2004. № 5. С. 26-28.

¹¹⁹⁰ Кольбе, Г. Солома как удобрение Москва. Колос. 1972. С. 74-75.

ячмінь–горох. Технологія вирощування буряків згідно з галузевим регламентом. При збиранні озимої зернової культури солома подрібнювалася комбайном і поступово розсипалася по полю. Потім вносили азотні добрива і з мінімальної обробки ґрунту (дискування в 2 сліди, коткування або прямий посів без обробки ґрунту) висівали олійну редьку (30 кг/га), зелену масу якої у фазі бутонізації – початку цвітіння заорювали. Залежно від вологозабезпеченості в пожнивний період урожайність зеленої маси редьки олійної мала велику амплітуду коливань (8,0 – 52,0 т/га); в середньому за роки досліджень вона склала 34,6 т/га у варіанті з азотом та 12,8 т/га – без азоту. У контрольному варіанті під буряк вносили 60т/га підстилкового гною ВРХ. До оранки загальним тлом вносили мінеральні добрива – Р₉₀ К₁₅₀, навесні – 120 кг/га буд. азоту та 3–4 кг/га борної кислоти. Гербіциди: восени – гліфосатсодержачіє (тільки в контрольному варіанті), три обробки по сходах буряків Голтиксом і Бетаналом (в окремі роки при необхідності грамініциди) – загальним тлом.

Проведено оцінку надходження органічної речовини та макроелементів у ґрунт залежно від різних форм органічних добрив. Встановлено, що при використанні соломи та редьки олійної (поживно) під цукрові буряки не вдається заповнити надходження у ґрунт як органічної речовини, так і макроелементів порівняно з гноєм. Найбільш оптимальним у даному випадку є варіант з вирощуванням редьки олійної подрібненої соломи з внесенням N₉₀, оскільки цей варіант максимально наближається до контролю.

Результати досліджень¹¹⁹¹ показали високу ефективність застосування сидератів та соломи під цукрові буряки у першій ротації сівозміни (2000–2002 рр.). Урожайність коренеплодів під час використання різних видів органічного добрива загалом протягом трьох років становила 52 –53 т/га. Відзначено тенденцію зниження врожайності та виходу цукру у варіанті використання соломи з азотом. Застосування азотних добрив під редьку та солону спричиняє погіршення технологічних якостей коренеплодів: зниження цукристості, збільшення вмісту альфа–амінного азоту (з 13,8 до 19,2 ммоль/кг буряків) та, як наслідок, зменшення виходу цукру. Вирощування редьки олійної з азотом дозволяє їй наростити велику рослинну масу, але азот згодом накопичується в коренеплодах цукрових буряків у формі «шкідливого» альфа–амінного. Крім того, застосування азотних добрив значно підвищує витрати на вирощування сидерату. Вирощування 1га редьки олійної з азотом обходиться господарству 61 долар США, а без нього – 27.

Деяка інша картина складається при заміні гною сидератами та соломою у другій ротації сівозміни. Дослідженнями 2004–2006 років встановлено достовірне зниження врожайності цукрових буряків у випадках з соломою (як із азотом, і без нього), і навіть з редькою без азотних добрив. Продуктивність цукрових буряків у варіанті редьки з азотом залишилася лише на рівні контролю. Як у першій, так і в другій ротації збереглася тенденція погіршення

¹¹⁹¹ Гуляка М.И., Гайтюкевич С.Н. Пожнивные сидераты и солома – резерв органических удобрений под сахарную свеклу. URL: <http://sveklab.by/wp-content/uploads/2019/02>.

технологічних якостей коренеплодів (зниження цукристості та підвищення вмісту альфа-амінного азоту) від внесення азотних добрив під редьку та соломю. Хоча врожайність буряків у другій ротації сівозміни по редьці із соломю залишається на рівні контролю, вихід цукру знижується через погіршення якості коренеплодів.

У третій ротації сівозміни (2008–2010 рр.) встановлено¹¹⁹², що врожайність цукрових буряків у варіанті використання подрібненої соломи з пожнивною олійною редькою на тлі добрива азотом не поступається контролю: 70,8 і 71,6 т/га відповідно. Застосування під буряк як органічного добрива тільки соломи або соломи з редькою без азоту призводить до недобору врожаю коренеплодів 3,1–6,1 т/га. У третій ротації всі варіанти мали вищу цукристість порівняно з контролем. Спостерігалось достовірне зниження цукристості та підвищення вмісту в коренеплодах альфа-амінного азоту від внесення азотних добрив під сидерат та соломю, наслідком чого стало зменшення виходу цукру.

Дослідження, проведені у четвертій ротації сівозміни (2012–2014 рр.) дозволили встановити, що тільки у варіанті з використанням соломи та пожнивної редьки олійної, удобреної азотом, продуктивність цукрових буряків залишилася на рівні контролю (60 т/га гною). Застосування замість гною лише подрібненої соломи або соломи з редькою олійною без азотних добрив призводить до достовірного зниження врожайності коренеплодів цукрових буряків та виходу цукру.

Вивчення агрофізичних властивостей ґрунту показало, що використання сидератів та соломи рівноцінно гною за впливом на щільність орного шару. У середньому за чотири ротації сівозміни суттєвих відмінностей між варіантами не виявлено, показники її перебували в оптимальних межах для даного типу ґрунту – 1,28–1,29 г/см³. Відзначено підвищення вологості ґрунту та загального запасу вологи в орному шарі у варіанті з соломю та редькою олійною, що є позитивним ефектом для легких супіщаних ґрунтів, на яких у посушливі періоди буряк частіше страждає від дефіциту вологи.

Проведено оцінку динаміки агрохімічних показників ґрунту¹¹⁹³. В результаті досліджень не встановлено суттєвої зміни реакції ґрунтового середовища за варіантами досліду. За змістом гумусу виявлено закономірність: у варіанті з гноєм відзначається позитивний баланс (+ 0,06 %), і з соломю і сидератом – негативний (– 0,07 %). Відзначено також тенденцію зниження в ґрунті рухомих форм фосфору у варіанті без гною. Пояснюється це тим, що з соломю та зеленою масою редьки олійної у ґрунт надходить менше органічної речовини та макроелементів, ніж із гноєм.

¹¹⁹² Гуляка М.И., Гайтюкевич С.Н. Пожнивные сидераты и солома – резерв органических удобрений под сахарную свеклу. URL: <http://sveklab.by/wp-content/uploads/2019/02>.

¹¹⁹³ Гуляка М.И., Гайтюкевич С.Н. Пожнивные сидераты и солома – резерв органических удобрений под сахарную свеклу. URL: <http://sveklab.by/wp-content/uploads/2019/02>.

За допомогою пожнивних культур можна боротися з бур'янами на полі в осінній період. Добре розвинена надземна маса редьки олійної затіняє ґрунт і здатна пригнічувати розвиток сходів бур'янів. У наших дослідах облік засміченості посівів цукрових буряків проводився перед першою хімпрополкою. У середньому за 14 років досліджень суттєвих відмінностей між варіантами не виявлено. На ділянках з поживною культурою восени не вносили гліфосатсодержачі препарати, проте кількість сходів бур'янів навесні в цьому варіанті була приблизно на одному рівні з контролем, де вносилися гербіциди.

Досвід вітчизняного та зарубіжного землеробства свідчить про те, що поживні культури є найбільш радикальним засобом захисту ґрунту від водної та вітрової ерозії або зводять його шкідливий вплив до мінімуму. При безвідвальній обробці ґрунту, коли на полі залишається мульча із соломи, стерні або зеленої маси поживної культури, ґрунт набуває захисту від ерозійних процесів.

Нашими дослідженнями встановлено, що при безвідвальній обробці ґрунту буряк мав однакову з контролем (відвальне оранка на 20 см) засміченість посіву, врожайність коренеплодів, цукристість та вихід цукру.

На підставі вказаних висновків авторами досліджень¹¹⁹⁴ зроблено наступні висновки:

1. У вузькоспеціалізованих сівозмінах з насиченням цукрових буряків 25 % заміна гною соломою або редькою олійною не в змозі заповнити 60 т/га гною за жодним з макроелементів та органічної речовини.

2. Застосування соломи та редьки олійної (проміжна культура) забезпечує збереження агрофізичних показників ґрунту на рівні контролю. За чотири ротації 4–польної сівозміни простежується тенденція до зниження вмісту гумусу у ґрунті.

3. Використання сидератів та соломи під цукрові буряки без внесення азотних добрив призводить до зниження врожайності цукрових буряків у другі та наступні ротації сівозміни. Застосування азотних добрив на подрібненій соломі та під редьку олійну дозволяє отримати (протягом чотирьох ротацій 4–польної сівозміни) врожайність коренеплодів цукрових буряків та заводський вихід цукру на рівні контролю (60 т/га гною).

4. За відсутності або дефіциту гною під цукрові буряки на добре окультурених дерново–підзолистих супіщаних ґрунтах оптимальним варіантом його заміни є використання зеленої маси поживної редьки олійної з азотними добривами на тлі подрібненої соломи попередньої зернової культури.

Ґрунт під сидератами менше перегрівається, у ньому активно діють мікроорганізми. Рослинний покрив захищає поверхню ґрунту, і за короткий період створюються умови, наближені до природних^{1195 1196 1197}.

¹¹⁹⁴ Гуляка М.И., Гайтюкевич С.Н. Поживные сидераты и солома – резерв органических удобрений под сахарную свеклу. URL: <http://sveklab.by/wp-content/uploads/2019/02>.

Сидерати є важливим дієвим протиерозійним ґрунтозахисним заходом. Вони також сприяють на зменшенню актуальної і потенційної забур'яненості, кількості збудників хвороб і шкідників. З органічних речовин зеленого добрива унаслідок підвищеної мінералізації в ґрунті утворюється менше гумусу, ніж із тієї ж кількості органічних речовин гною. Якщо коефіцієнт гуміфікації органічних речовин гною прийняти за 1, то для зелених добрив він становить 0,4. Проте за рахунок пріорювання великої кількості зеленої маси вміст гумусу в ґрунті, як правило, збільшується. Висока швидкість мінералізації свіжої сидеральної маси забезпечує ґрунтові мікроорганізми вуглецем. При цьому в ґрунті зберігаються запаси гумусу, але обмежується перебіг процесів його синтезу. Це пояснюється відсутністю у сидеральній масі достатньої кількості лігніну й окремих ароматичних сполук (субстратних попередників гумусу). Особливо низьким є уміст зазначених речовин за використання культур на сидерат у фази, що передують цвітінню^{1198 1199}.

Фактично при цьому сидерація активно впливає на ефективну родючість ґрунту, забезпечуючи збільшення врожайності лише першої після застосування сидерату культури. Тому для оптимізації процесів синтезу гумусу (і, відповідно, поліпшення потенційної родючості) перспективним є внесення рослинних решток, у т.ч. подрібненої соломи, з компенсацією на азот із наступним вирощуванням культур на сидерат. За цих умов ініціюється розвиток мікроорганізмів і відбувається забезпечення їх субстратом для синтезу гумусових сполук, тобто формується як ефективна, так і потенційна родючість ґрунту¹²⁰⁰.

Поєднане використання для удобрення соломи із сидеральною масою за впливом на потенційну і ефективну родючість забезпечує суттєво вищі економічні результати порівняно з їхнім роздільним застосуванням. Про високу ефективність комплексного використання соломи і сидератів на темно-сірих лісових ґрунтах свідчать також результати, отримані (1989–1998 рр.) на дослідному полі кафедри загального землеробства Львівського НАУ (Шувар І. А., 2004, 2007 та ін.). У п'ятипільній плодозмінній сівозміні за органічної системи удобрення культур у полі № 3 під картоплю вносили 55 т/га гною + солону + сидерат + стартові дози мінеральних добрив – N₁₅P₄₀.

¹¹⁹⁵ Пришвидження мінералізації соломи та пожнивних решток, фірма «Цеоліт», «Зерно». С. 44–46.

¹¹⁹⁶ Роде А. А. Почвоведение. Москва – Ленинград : Гослесбумиздат, 1955. 525 с.

¹¹⁹⁷ Ролийко И. Н., Дубовенко Е. К. Биологическая активность почвы как показатель ее плодородия. Киев : Урожай, 1969. 210 с.

¹¹⁹⁸ Романиця Д. В., Різничук С. Т. Ефективність вирощування гірчиці білої у післяжнивних посівах. Землеробство : міжвідомчий науковотематичний збірник. Вип. 54. Київ : Урожай, 1981. С. 27–29.

¹¹⁹⁹ Зміна гумусного стану і вмісту лужногідролізованого азоту за різних систем удобрення та обробітку в сівозміні / С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький, Т. В. Кравчук. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. 2009. № 2. С. 95–103.

¹²⁰⁰ Гонта А. Кормовий люпин: високопоживна зелена маса та найдешевше органічне добриво. Насінництво. Київ. 2010. № 4. С. 7– 8.

Таблиця 2.89

Приклад переведення нетоварної частини пшениці озимої
в еквівалент до гною¹²⁰¹

Урожай зерна, ц/га	Вихід нетоварної частини врожаю, ц/га		Еквівалент гною до внесеної соломи + стерня + кореневі рештки, т/га	Еквівалент гною до стерні + кореневі рештки, т/га
	побічна продукція + поверхневі та кореневі рештки, ц/га	стерня та кореневі рештки, ц/га		
15	24,0	11,2	4,4	2,1
16	25,6	12,0	4,7	2,2
17	27,2	12,7	5,0	2,4
18	28,6	13,4	5,3	2,5
19	30,4	14,2	5,6	2,6
20	32,0	15,0	5,9	2,8
21	33,6	15,7	6,2	2,9
22	35,2	16,5	6,5	3,1
23	36,8	17,2	6,8	3,2
24	38,4	18,0	7,1	3,3
25	40,0	18,7	7,4	3,5
26	36,4	16,9	6,7	3,1
27	37,6	17,5	7,0	3,2
28	39,2	18,2	7,3	3,4
29	40,6	18,9	7,5	3,5
30	42,0	19,5	7,8	3,6
31	43,4	20,2	8,0	3,7
32	44,6	20,7	8,3	3,8
33	46,2	21,5	8,6	4,0
34	47,6	22,1	8,8	4,1
35	49,0	22,8	9,1	4,2
36	50,4	23,4	9,3	4,3
37	51,8	24,1	9,6	4,5
38	53,2	24,8	9,9	4,6
39	54,6	25,4	10,1	4,7
40	56,0	26,1	10,4	4,8

¹²⁰¹ Стан та шляхи підвищення родючості ґрунтів Полтавської області у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва: Монографія / за ред. А. В. Кохана, Л. Д. Глуценка. Полтав. держ. с.-г. дослід. станція ім. М. І. Вавилова. Полтава, 2015. 90 с

Врожайність бульб картоплі не нижча, ніж на орґано–мінеральному фоні удобрення: 60 т/га гною + N₃₀₀P₁₅₀K₃₆₀, а якісні показники вищі (табл. 2.89–2.90). Аналогічну закономірність встановлено також у полі № 5, де вирощували кукурудзу на силос та в полі № 2, де вирощували пшеницю озиму^{1202 1203}.

Таблиця 2.90

Вміст поживних речовин і води в побічній продукції сільськогосподарських культур (відсоток до загальної маси)^{1204 1205}

Культура	N	Зола	K ₂ O	N ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Вода
Пшениця озима	0,45	4,86	0,90	0,06	0,28	0,11	0,20	14,30
Пшениця яра	0,67	3,48	0,75	0,06	0,26	0,09	0,20	14,30
Жито озиме	0,45	3,99	1,00	0,10	0,29	0,09	0,26	14,30
Кукурудза на зерно	0,75	4,37	1,64	0,05	0,49	0,26	0,30	15,00
Ячмінь ярий	0,50	4,49	1,00	0,50	0,33	0,09	0,20	14,30
Овес	0,65	6,45	1,60	0,40	0,38	0,12	0,35	16,00
Просо	–	3,80	1,59	0,07	0,13	0,05	0,18	16,00
Гречка	0,80	5,25	2,42	0,11	0,95	0,19	0,61	16,00
Сорго	0,80	3,82	0,57	0,25	0,66	0,05	0,35	16,00
Горох	1,40	3,91	0,50	0,18	1,82	0,27	0,35	16,00
Соя	1,20	3,23	0,50	0,07	1,46	0,05	0,31	14,00
Конопля	0,27	3,10	0,55	0,06	1,68	0,21	0,21	10,80
Соняшник	1,56	10,00	5,25	0,10	1,53	0,68	0,76	8,60
Буряк цукровий	0,35	1,42	0,50	0,30	0,17	0,11	0,10	83,50
Буряк кормовий	0,30	1,51	0,25	0,50	0,16	0,14	0,08	90,50
Картопля	0,30	2,49	0,85	0,10	0,80	0,21	0,10	77,00
Морква кормова	0,34	3,10	0,60	0,20	1,50	0,15	0,08	82,00

Існують і інші способи покращення умов розкладання і утворення гумусу із зелених добрив, у тому числі додавання до зеленої маси сидерату орґанічних речовин з ширшим відношенням C:N соломи, а також комбінунвання її з гноєм,

¹²⁰² Гірчиця біла та її ефективне використання в біологізації землеробства / І. А. Шувар, І. Є. Бойко, Н. М. Лис, Р. А. Верещинський. Львів : ЛНАУ, 2009. 29 с.

¹²⁰³ Рослинництво. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур : навч. посібник / М. А. Білоножка, В. П. Шевченко, Д. М. Алімов та ін. / за ред. М. А. Білоножка. Київ : Вища школа, 1990. 292 с.

¹²⁰⁴ Стан та шляхи підвищення родючості ґрунтів Полтавської області у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва: Монографія / за ред. А. В. Кохана, Л. Д. Глушенка. Полтав. держ. с.-г. дослід. станція ім. М. І. Вавилова. Полтава, 2015. 90 с

¹²⁰⁵ Коренков Д.А.. Справочник агрохіміка. М. : 1980. 285 с.

гноївкою, органічними добривами, виготовленими за новітніми технологіями¹²⁰⁶.

З огляду на все це, можна сформулювати основні агротехнічні вимоги до внесення соломи в ґрунт як добрива: – солону на добриво варто вносити, у першу чергу, на збіднених ґрунтах та на полях, що знаходяться на відстані понад 5 км від тваринницьких ферм; – солону можна вносити під усі сільськогосподарські культури: просапні, кормові, зернові і зернобобові. Найбільший ефект від соломи отримують за умов загортання її під основний обробіток ґрунту на полях, де будуть вирощуватися кукурудза на зерно і зелений корм; – рівномірність розподілу подрібненої соломи (бажано, щоб довжина різання була 5–10 см) повинна складати не менше 75 % безпосередньо при обмолоті зерна комбайнами; – після розкидання соломи необхідно відразу ж внести азотні добрива в дозі 8–10 кг д. р. на одну її тонну, потім, не пізніше, ніж через 7 днів поле повинно бути оброблене дисковою бороною на глибину 8–12 см. Це дасть можливість якомога більше мінералізувати побічної продукції та її детоксикації до настання холодів; – солону на добриво використовувати краще на тих полях, де засміченість їх бур'янами незначна. Застосування соломи на добриво, крім всього іншого, вирішує екологічні та економічні аспекти, зокрема: – утилізується величезна маса органічної речовини, що мінералізується в ґрунті, а елементи продуктів напіврозкладу цілком поглинаються ґрунтовим комплексом; – солома повторно включається до кругообігу мінерального й органічного живлення рослин для формування нової біомаси і вирощування майбутнього врожаю; – солома, розкладаючись в ґрунті протягом тривалого часу, не забруднює його високими концентраціями нітратного азоту, органічного фосфору і калію; – сталий баланс надходження до ґрунту і витрат рослинами елементів живлення із соломи виключає вимивання рухомих елементів і винос їх з поверхневим стоком; – рівномірно розкидана у полі солома в жаркий літній час захищає ґрунт від пересихання і ущільнення, не даючи погіршуватися його фізичним властивостям; – внесення соломи у ґрунт сприяє розвитку ґрунтової фауни, що 48 виражається в підвищеній активності бактерій, дощових черв'яків та інших живих організмів, а це позитивно впливає на агрохімічні і агрофізичні властивості ґрунту. Проведені розрахунки показують, що сільськогосподарські культури з побічною продукцією повертають у ґрунт різну кількість основних макроелементів, відносно використаних ними протягом вегетації. Так, якщо з стеблами соняшнику азоту, фосфору і калію повертається по 80%, то з соломою пшениці озимої, відповідно 18, 25 і 72 %, а після кукурудзи на зерно і буряка цукрового їх залишається відповідно 37, 44, 87 % і 16, 14, 21 %. Тривалими дослідженнями встановлено, що при використанні соломи зернових колосових, продуктивність у порівнянні з неудобреними ділянками (контролем) коренеплодів буряка цукрового підвищилася на 92–167 ц/га, зерна кукурудзи –

¹²⁰⁶ Вітвіцький С. В. Гуміфікація рослинних решток і гною в чорноземах Лісостепу та Степу України. Київ : Урожай, 2016. 281 с.

на 2,2–7,0 ц/га. Витрати праці на 1 га скорочуються на 8,5 люд./год. і при цьому економиться біля 70 л пального.

Сформульовано основні агротехнічні вимоги до внесення соломи в ґрунт як добрива¹²⁰⁷:

- солону на добриво варто вносити, у першу чергу, на збіднених ґрунтах та на полях, що знаходяться на відстані понад 5 км від тваринницьких ферм;

- солону можна вносити під усі сільськогосподарські культури: просапні, 47 кормові, зернові і зернобобові. Найбільший ефект від соломи отримують за умов загортання її під основний обробіток ґрунту на полях, де будуть вирощуватися кукурудза на зерно і зелений корм;

- рівномірність розподілу подрібненої соломи (бажано, щоб довжина різання була 5–10 см) повинна складати не менше 75 % безпосередньо при обмолоті зерна комбайнами;

- після розкидання соломи необхідно відразу ж внести азотні добрива в дозі 8–10 кг д. р. на одну її тонну, потім, не пізніше, ніж через 7 днів поле повинно бути оброблене дисковою бороною на глибину 8–12 см. Це дасть можливість якомога більше мінералізувати побічної продукції та її детоксикації до настання холодів;

- солону на добриво використовувати краще на тих полях, де засміченість їх бур'янами незначна. Застосування соломи на добриво, крім всього іншого, вирішує екологічні та економічні аспекти, зокрема:

- утилізується величезна маса органічної речовини, що мінералізується в ґрунті, а елементи продуктів напіврозкладу цілком поглинаються ґрунтовим комплексом;

- солома повторно включається до кругообігу мінерального й органічного живлення рослин для формування нової біомаси і вирощування майбутнього врожаю;

- солома, розкладаючись в ґрунті протягом тривалого часу, не забруднює його високими концентраціями нітратного азоту, органічного фосфору і калію;

- сталий баланс надходження до ґрунту і витрат рослинами елементів живлення із соломи виключає вимивання рухомих елементів і винос їх з поверхневим стоком;

- рівномірно розкидана у полі солома в жаркий літній час захищає ґрунт від пересихання і ущільнення, не даючи погіршуватися його фізичним властивостям;

- внесення соломи у ґрунт сприяє розвитку ґрунтової фауни, що 48 виражається в підвищеній активності бактерій, дощових черв'яків та інших живих організмів, а це позитивно впливає на агрохімічні і агрофізичні властивості ґрунту.

Проведені розрахунки¹²⁰⁸ показують, що сільськогосподарські культури з побічною продукцією повертають у ґрунт різну кількість основних

¹²⁰⁷ Стан та шляхи підвищення родючості ґрунтів Полтавської області у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва: Монографія / за ред. А. В. Кохана, Л. Д. Глуценка. Полтав. держ. с.-г. дослід. станція ім. М. І. Вавилова. Полтава, 2015. 90 с

макроелементів, відносно використаних ними протягом вегетації. Так, якщо з стеблами соняшнику азоту, фосфору і калію повертається по 80%, то з соломою пшениці озимої, відповідно 18, 25 і 72 %, а після кукурудзи на зерно і буряка цукрового їх залишається відповідно 37, 44, 87 % і 16, 14, 21 %. Тривалими дослідженнями встановлено, що при використанні соломи зернових колосових, продуктивність у порівнянні з неудобреними ділянками (контролем) коренеплодів буряка цукрового підвищилася на 92–167 ц/га, зерна кукурудзи – на 2,2–7,0 ц/га. Витрати праці на 1 га скорочуються на 8,5 люд./год. і при цьому економиться біля 70 л пального.

2.4. Вплив сидерації на режими ґрунтових умов родючості

Відмічається¹²⁰⁹, що впровадження у рослинництві інтенсивних технологій сприяє підвищенню урожайності сільськогосподарських культур. Водночас застосування високих норм хімічних засобів та велика кількість міжрядних обробітків ґрунту призводять до зміни агрохімічних, водно-фізичних і біологічних властивостей ґрунтів, надлишкової мінералізації гумусу, суттєвих втрат вологи і біогенних елементів за межі кореневмісного шару, посилення процесів ерозії, тобто до значної деградації ґрунтового покриву.

Підвищити родючість ґрунту і продуктивність агроценозів можливо за комплексного внесення органічних та мінеральних добрив з використанням сидеральних культур на зелене добриво¹²¹⁰.

Вітчизняний і закордонний досвід свідчить, що за сучасних умов ведення землеробства сидерація є важливим агротехнічним заходом багатопланової дії, який дозволяє: поповнювати запаси органічних речовин та азоту в ґрунті¹²¹¹; використовувати важкорозчинні сполуки фосфору з нижніх шарів ґрунту¹²¹²; зменшувати невиробничі витрати вологи і поживних речовин внаслідок послаблення процесів інфільтрації з кореневмісного шару ґрунту і підвищувати коефіцієнт використання діючої речовини з добрив і хімічних меліорантів¹²¹³; знижувати процеси водної та вітрової ерозії¹²¹⁴ зменшувати засмічення посівів

¹²⁰⁸ Стан та шляхи підвищення родючості ґрунтів Полтавської області у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва: Монографія / за ред. А. В. Кохана, Л. Д. Глуценка. Полтав. держ. с.-г. дослід. станція ім. М. І. Вавилова. Полтава, 2015. 90 с

¹²⁰⁹ Кривенко А.І. Ефективність нагромадження органічної маси сидеральних культур залежно від обробітку ґрунту в південному Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. Вип. 3. 66-72.

¹²¹⁰ Коваленко Н.П. Історичні аспекти зародження і розвитку наукових знань про сидеральні сівозміни. Сільський господар. Львів, 2012. №11–12. С. 27–33.

¹²¹¹ Lewis D.V. Cellulase in *Nereis virens* / D.V. Lewis, P.J. Whitney. Nature. 2003. №5167. P. 603–604.

¹²¹² Potter J.F. Metabolism / J.F. Potter, P. Levin, R.A. Anderson. 1995. 204 p.

¹²¹³ Korschens M. Zwischen fruchtanbau zur Futternutzung und Gründung – ein Beitrag zur Steigerung der Boden Fruchtbarkeit. Feldwirtschaft. 1993. №8. P. 361–367.

¹²¹⁴ Бегей С.В. Екологічне землеробство / С.В. Бегей, І.А. Шувар. Львів: Новий світ 2000, 2007. 432 с.

бур'янами та запобігати ураженню культур хворобами і шкідниками¹²¹⁵; підвищувати біологічну активність ґрунту¹²¹⁶; покращувати агрофізичні властивості ґрунту внаслідок розпушування його глибших шарів, а з відмиранням коренів – створення вертикального дренажу¹²¹⁷; пом'якшувати ґрунтовому у спеціалізованих сівозмінах¹²¹⁸; зменшувати витрати енергетичних і матеріальних ресурсів¹²¹⁹; підвищувати урожайність сільсько-господарських культур та покращувати якість продукції¹²²⁰.

Дослідженню ефективності вирощування сидеральних культур у різних ґрунтово– кліматичних умовах України присвячено праці багатьох вітчизняних вчених–теоретиків та практиків: С. В. Бегея, О. М. Берднікова, П. І. Бойка, С. Ю. Булигіна, О. М. Бунчака, В. В. Волкогона, Е. Г. Дегодюка, Н. П. Коваленко, В. М. Сендець–кого, І. А. Шуvara та інших¹²²¹. Ними встановлено, що використання сидеральних культур на зелене добриво сприяє збагаченню ґрунту органічними компонентами, азотом, фосфором, калієм і протеїном, що утворюються внаслідок розкладання їх кореневої системи^{1222 1223}; розпушуванню та поліпшенню структури ґрунту, а також водного і повітряного режимів; поліпшенню здатності до утримання води в ґрунті через збагачення його органічними речовинами; активізації діяльності корисних мікроорганізмів^{1224 1225}; запобіганню розвитку шкідливих організмів, захищаючи їх від хвороб; пригніченню розвитку бур'янів; привабленню комах,

¹²¹⁵ Бойко П.І. Сівозміни у землеробстві України: рекомендації / П.І. Бойко, В.Ф. Сайко. К.: Аграрна наука, 2002. 146 с.

¹²¹⁶ Бойко П.І. Біологічна та екологічна роль сівозмін у землеробстві .К.: Знання, 1990. 48 с.

¹²¹⁷ Morris B.W. Trace Elem / B.W. Morris, S.A. MacNeil, C.A. Hardisty. Ned. Biol. 1999. №13. P. 57–61.

¹²¹⁸ Бойко П.І. Як правильно вибрати та використати сидерат / П.І. Бойко, Н.П. Коваленко. Пропозиція. 2017. №1. С. 104–107.

¹²¹⁹ Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія.. К.: Нілан-ЛТД, 2014. 490 с.

¹²²⁰ Ruschmann G. Uber Antibiosen und Symbiosen von Bodenorganismen und ihre Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit Regen wum Symbiosen und Anabiosen. Asker und Pflanzenbau. 1996. №2. P. 201–218.

¹²²¹ Кривенко А.І. Ефективність нагромадження органічної маси сидеральних культур залежно від обробітку ґрунту в південному Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. Вип. 3. 66-72.

¹²²² Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія. К.: Нілан-ЛТД, 2014. 490 с.

¹²²³ Бердников А.М. Зеленое удобрение – биологизация земледелия, урожай. Чернигов: Черниговское НПО Элита, 1992. 192 с.

¹²²⁴ Волкогон В.В. Біологічні аспекти родючості ґрунтів. Вісник ХНАУ. 2011. №1. С. 29–36.

¹²²⁵ Бойко П.І. Як правильно вибрати та використати сидерат / П.І. Бойко, Н.П. Коваленко. Пропозиція. 2017. №1. С. 104–107.

корисних для розвитку сільськогосподарських культур¹²²⁶; захисту ґрунту від вивітрювання, перегрівання і розмивання; підвищенню якісного рівня процесу перегнивання компонентів компосту, покращуючи його структуру та збагачуючи склад^{1227 1228}; зниженню рівня кислотності ґрунту; зменшенню антропогенного і техногенного навантаження на агрофітоценоз; поліпшенню екологічного стану навколишнього природного середовища^{1229 1230}.

Відмічається^{1231 1232 1233} також, що сидерати – найважливіше джерело постійно відновлюваних середовищних органічних ресурсів. У разі біологізації землеробства їх слід як культури до створення сприятливих умов розвитку однієї, чи групи культур у сівозміні. Цей підхід досить повно відображає багатофункціональні завдання, які виконують сидерати у сучасному землеробстві:

- підвищують коефіцієнт корисного використання сонячної енергії на 20–25%;

- оберігають ґрунт від водної та вітрової ерозії; збагачують ґрунт органічною речовиною та біологічним азотом; вивільняють P, K, Ca, Mg з важкодоступних форм у ґрунті і вводять їх у біологічний кругообіг;

- перерозподіляють елементи живлення з нижніх горизонтів на орний шар ґрунту;

- обмежують втрати елементів живлення із промивними водами; покращують фізичні, біологічні та біохімічні властивості ґрунту;

- служать фітомеліорантом на забруднених ґрунтах; пригнічують зростання та розвиток бур'янів; послаблюють фітопатогенну та ентомологічну навантаження на оброблювані рослини; є важливим резервом кормової бази для тваринництва.

У сучасних умовах завдання збереження родючості ґрунту, а разом з ним і збільшення продуктивності та стійкості агрофітоценозів, повинні вирішуватись комплексно, в рамках адаптивно–ландшафтних систем землеробства, які, поряд

¹²²⁶ Бегей С.В. Екологічне землеробство / С.В. Бегей, І.А. Шувар. Львів: Новий світ 2000, 2007. 432 с

¹²²⁷ Бойко П.І. Сівозміни у землеробстві України: рекомендації / П.І. Бойко, В.Ф. Сайко. К.: Аграрна наука, 2002. 146 с.

¹²²⁸ Шувар І.А. Виробництво та використання органічних добрив: монографія / І.А. Шувар, О.М. Бунчак, В.М. Сендецький Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 596 с.

¹²²⁹ Дегодюк Е.Г. Культура сидерації / Е.Г. Дегодюк, С.Ю. Булигін. К.: Аграрна наука, 2013. 80 с.

¹²³⁰ Бойко П.І. Біологічна та екологічна роль сівозмін у землеробстві. К.: Знання, 1990. 48 с.

¹²³¹ Новиков М.Н., Тамонов А.М., Фролова Л.Д., Ермакова Л.И. Сидераты в земледелии нечерноземной зоны. Агрехимический вестник. 2013. № 4. С. 20-26.

¹²³² Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. М.: РАСХН, 2004. 630 с.

¹²³³ Новиков М.Н., Тужилин В.М., Тамонов А.М., Быкова А.В., Анисимова Т.Ю. Влияние сидератов на гумусное состояние почв. Использование органических удобрений и биоресурсов в современной земледелии. Материалы международной научно-практической конференции. М.: РАСХН-ВНИПТИОУ, 2002. С. 315-326.

із відтворенням родючості та захистом ґрунтів від ерозії та дефляції, забезпечують збереження агроландшафтів та екологічну чистоту довкілля людини.

У біологічному землеробстві ґрунт розглядається як живий організм із дуже високою чутливістю на хіміко-техногенне втручання. Всі агротехнічні заходи біологічного землеробства сконцентровані на ґрунті, активному догляді за ним, збереженні та поліпшенні родючості. Ґрунт має високий рівень автономності протікають у ній процесів накопичення елементів живлення та його надходження у ґрунтовий розчин, утворюючи ресурс, використовуваний рослинами в критичні періоди зростання та розвитку. Якщо в традиційному землеробстві при розробці систем застосування добрив основний упор роблять на рослину, то в біологічному – на ґрунт з урахуванням її екологічного стану, що забезпечує нормальний перебіг біологічних процесів.

Використання сидератів та нетоварних частин урожаю зернових культур для отримання добрив дозволяє компенсувати частину традиційних органічних добрив та у поєднанні з інтенсивною та асоціативною азотфіксацією сприяє зменшенню діапазону розімкненості круговороту речовин та енергії в агроценозах.

При цьому використовується середовищна здатність культур за рахунок повернення органічних речовин у ґрунт з кореневими та пожнивними залишками, а повернення багато в чому здійснюється шляхом імітації взаємодії між ґрунтовим середовищем та агрофітоценозом, подібного до ідентичних процесів у природних умовах.

У біологізованих випадках збільшується надходження у ґрунт фітомаси, що імітує опад у природних фітоценозах, а чергування різних за біологією культур – багатокomпонентний характер впливу на ґрунт природних рослинних угруповань, що характеризуються великою кількістю видів.

Біологізація також має на увазі розгляд різних питань землеробства через призму екологічного підходу. Застосування екологічної системи землеробства пов'язане з охороною навколишнього середовища, а основою цього є жорстке обмеження застосування пестицидів з урахуванням тривалості періоду інтоксикації та гнучке ставлення до питання про мінеральні добрива з урахуванням оцінки екологічної чистоти навколишнього простору.

Розширення використання таких специфічних та екологічно чистих органічних добрив, як солома та зелене добриво, є одним із найважливіших елементів біологічного землеробства, що визначають родючість ґрунту та екологічну ситуацію в агроєкосистемах.

Зелене добриво, будучи дешевим і доступним органічним добривом, служить невичерпним і постійно відновлюваним джерелом азоту та органічної речовини. Багато країнах світу, особливо у Європі, використання зеленого добрива з допомогою проміжних посівів різних культур є невід'ємною частиною сучасних біологізованих систем землеробства. Цінність проміжних сидеральних культур полягає в тому, що вони не займають окремо відведеного для них поля, як, наприклад, сидеральну пару, а використовують

для формування врожаю зеленої маси агрокліматичні ресурси теплої пори року, що залишаються невикористаними основними культурами сівозміни.

Сидеральні культури мають значення як елементи екологічно чистого землеробства. Переводячи в органічну форму мінеральні елементи живлення рослин, вони оберігають їх від вимивання та забруднення навколишнього середовища. З іншого боку, надходячи у ґрунтовий розчин у процесі повільного та безперервного розкладання органічної маси протягом усього літнього періоду, поживні елементи не накопичуються у ґрунті у надлишкових кількостях.

Проміжні культури служать не лише додатковим джерелом кормів, а й виконують у сівозмінах важливу фітосанітарну та екологічну функцію. Це відбувається, перш за все, тому, що займаючи поля сівозміни в період часу, вільний від обробітку основних культур, вони своїм зеленим покривом захищають ґрунт від ерозії. Відрізняючись від основних культур сівозміни і з біології, і з технології обробітку, проміжні культури посилюють ефект плодозміни, покращуючи фітосанітарний потенціал поля, особливо, якщо вони використовуються як зелене добрива.

Органічну речовину зеленого добрива можна розглядати як створований у ґрунті резерв усіх необхідних рослинам поживних речовин, який переходить у засвоювану форму не відразу, а поступово, протягом усього вегетаційного періоду, забезпечуючи безперервне зростання та розвиток рослин. Особливо цінним є зелене добриво з бобових культур, здатних збагачувати ґрунт азотом за рахунок фіксації азоту атмосфери бульбочковими бактеріями. У цьому сенсі посів бобових зеленоудобрительних рослин можна назвати живої фабрикою азотних добрив, яка складних машин, лише з допомогою роботи азотфіксуючих мікроорганізмів пов'язує дуже багато вільного азоту повітря на корисну форму органічних сполук ґрунту. Так, при закладенні десяти тонн зеленої маси люпину ґрунт збагачується азотом на 54–56 кг/га, конюшини – на 62, гороху та кормових бобів – на 52, лядвенця рогатого – на 59 кг/га. Важливо й те, що добриво ґрунту азотом, накопиченим бобовими рослинами, не потребує додаткових витрат.

Коренева система сидератів, що використовуються як проміжні культури, закріплює ґрунт, пронизуючи його глибокі шари, що забезпечує так званий «біологічний» вертикальний дренаж. Використання залишків сидерату як мульча на поверхні збагачує ґрунт органічною речовиною, оструктурує її, сприяє зниженню щільності, що створює оптимальні умови аерації як орного, так і орного шарів.

Вирощування культур суцільної сівби позитивно впливає на процес гумусонакопичення у ґрунті через більшу кількість рослинних залишків та внаслідок менш інтенсивної обробки ґрунту. Більше накопичення гумусу відбувається у сівозмінах з наявністю багаторічних трав¹²³⁴. Кількість рослинних залишків під травами приблизно вдвічі більша, ніж під зерновими.

¹²³⁴ Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М.: Наука, 1972. 342 с.

Вивчення впливу рілчних культур на вміст органічної речовини ґрунту в показує, що поряд з багаторічними травами та однорічними культурами можуть залишати значну кількість рослинних залишків. Це дуже важливо особливо в умовах недостатнього зволоження ґрунту, коли обробіток багаторічних трав на богарних ділянках легких ґрунтів економічно недоцільний внаслідок отримання низької врожайності надземної маси. У цьому випадку рослинні залишки однорічних культур є основним джерелом поповнення запасів органічної речовини у ґрунті¹²³⁵.

Слід зазначити, що залежність між урожаєм та пожнивно–кореновими залишками не є лінійною. Дослідження Т.М. Кулакова (1978) показали, що при підвищенні врожаю сільськогосподарських культур під впливом добрив кількість післязбиральних залишків збільшується на 30–40%, при цьому ставлення їх до основної продукції дещо знижується. Для багаторічних трав при врожаї сіна 20 ц/га на 1 ц сіна припадає 1,2–1,5 ц залишків, понад 50 ц/га лише 0,7–0,8 ц.

За оцінкою С.А. Воробйова¹²³⁶, кількість рослинних залишків всіх польових культур, що надходять у ґрунт, за винятком багаторічних трав, на фоні без внесення органічних добрив недостатньо для відшкодування втрат гумусу при мінералізації його в процесі вирощування врожаю.

Рослинні залишки всіляких культур, а також різні види органічних добрив, що вносяться, відрізняються великим різноманітністю хімічного складу, що за інших умов сильно впливає на інтенсивність процесів мінералізації–гуміфікації органічної речовини. Крім того, багатьма дослідженнями встановлено, що рослинні залишки культурних рослин мають різні швидкості розкладання залежно від розміщення у сівозміні та ґрунтово-кліматичних умов.

Між розкладанням та компонентним складом рослинних залишків встановлені частково достовірні залежності. При оцінці мінералізованості пожнивно–коренових залишків однаково важливі як загальний вміст лігніну, крохмалю, вуглеводів (вуглеводи, що визначаються за вмістом С в екстракті гарячої води), так і їх співвідношення: целюлоза: лігнін і лігнін.

При порівнянні швидкості деструкції надземної та підземної фітомас коріння сільськогосподарських культур, за небагатьма винятками (люцерна, овочеві, деякі пожнивні культури), показують більшу стійкість до розкладання, ніж залишки надземних органів. При мінералізації надземної біомаси рослин, переважно пагонів, понад 60% вуглецю втрачається як CO₂. Мінералізованість коренів залежить, крім низки зовнішніх факторів, від виду, стадії розвитку та віку рослин. Крім того, встановлено, що коріння бобових розкладається значно сильніше, ніж коріння злаків, і коріння багаторічних рослин сильніше, ніж однорічних. Найбільш низьку мінералізованість – 30–33% від зовнішньої кількості С показують коріння зрілих зернових, гороху та кукурудзи.

¹²³⁵ Батудаев А.П., Коршунов В.М., Днепрова В.Н. Севообороты на черноземной почве Забайкалья. Улан-Удэ, 2005. 159 с.

¹²³⁶ Воробьев С.А. Севообороты в специализированных хозяйствах Нечерноземья. М.: Россельхозиздат, 1982. 216 с.

Органічні добрива – друге за значенням (у кількісному відношенні) джерело гумусу в орних ґрунтах. Поряд з видом добрив, що надходять у ґрунт, мають значення дози, глибина локалізації та характер їх надходження. При збільшених дозах добрив знижується їхня здатність переходити в гумусові речовини¹²³⁷.

Окремі фермерські господарства в США, Англії, Франції, що перейшли повністю на «органічне землеробство», віддають перевагу помірному та повторному внесенню органічних добрив замість рясного, одноразового. При цьому свіжу органічну речовину закладають у поверхневому шарі ґрунту або навіть залишають на поверхні. Вважають, втрати азоту при розкладанні повністю компенсуються з допомогою фіксації азоту з атмосфери¹²³⁸.

Органічні залишки, що надійшли в ґрунт або на його поверхню, піддаються різним процесам перетворення, які можна об'єднати у чотири групи.

1. Процеси, що відбуваються під впливом абіотичних факторів.

2. Хімічні процеси, що відбуваються поза клітинами живих організмів, переважно під впливом ферментів (ензимів), що залишилися в органічних залишках, та за участю мінеральних каталізаторів.

3. Процеси, що протікають за участю тварин, що живуть у ґрунті.

4. Процеси, що відбуваються під впливом мікроорганізмів.

Всі ці процеси протікають паралельно, тісно переплітаючись та взаємовпливаючи один на одного. Тому визначити рівень участі кожного з них у перетворенні органічних залишків досить важко.

Процеси, що відбуваються під впливом абіотичних факторів. Деякі зміни органічних залишків та їх компонентів (окислення, гідроліз, механічне руйнування) можуть провходити під безпосереднім впливом атмосферних опадів, кислої чи лужної реакції ґрунту, вітру, змін температури.

Хімічні перетворення, що відбуваються поза клітинами живих організмів. Рослини, тварини та мікроорганізми містять різні ензими чи ферменти. Після відмирання організму ензими не відразу втрачають активність і є причиною різних змін, що відбуваються в рослинних рештках, що розкладаються. Так, наприклад, за участю окисних ферментів (оксидаз) відбувається побуріння і чорніння залишків, що розкладаються. Тут же можна згадати окислення лігніну в гумусових кислотах, окислення ароматичних амінокислот з утворенням гумусоподібних речовин, окислення дубильних речовин у флоба–фени, що мають червоний колір і які можуть бути джерелом утворення гумусових кислот і т.д. З ензимами пов'язані реакції з'єднання цукрів з амінокислотами, дубильних речовин з білками, білків з лігніном, що ведуть до утворення чорних, не розчинних у воді сполук, дуже схожих на гумусові речовини. Крім ензим, у ґрунті присутні мінеральні каталізатори (вуглекислий кальцій, двоокис

¹²³⁷ Цимбалист Т.Л. Изменение качественного состава гумуса дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений и возделывании растений. Докл. ТСХА. 1979. № 248. С. 84-89.

¹²³⁸ . Aubert C. L'agriculture biologique. Le courier du livre, Paris, 1977. 367 p.

марганцю, оксид заліза та ін.), які значно прискорюють хімічні взаємодії між окремими речовинами відмерлої рослини.

Процеси перетворення органічних залишків з участю мікроорганізмів. Діяльність мікроорганізмів – один із найважливіших факторів розкладання та перетворення органічних залишків у ґрунті. За наявними матеріалами за кількісною оцінкою ролі мікроорганізмів у потоці енергії, що вивільняється з рослинних залишків лучних систем при їх мінералізації^{1239 1240} Macfadyen, 1963; Grassland ecosystems..., 1979): 85% енергії рослинних залишків вивільняється мікроорганізмами 5% – багатоклітинними тваринами – сапрофагами.

Основна маса органічних залишків, що надходять у ґрунт, складається з не розчинних у воді речовин: клітковини, лігніну, геміцелюлоз, білків та ін. Мікроорганізми завдяки ферментам, які вони виділяють в навколишнє середовище, переводять нерозчинні органічні сполуки в розчинні в процесі гідролізу. Частина продуктів гідролізу витрачається мікроорганізмами на побудову їх тіл, причому щодо простих сполук знову синтезуються сполуки складніші. Цей процес у цілому називається мікробним синтезом. Інша частина продуктів гідролізу, що становить 75–80% їх загальної кількості, яка витрачається мікроорганізмами як енергетичний матеріал, при окисленні якого виділяється необхідна їхнього життя енергія. Невелика частина цієї енергії використовується ними в процесі мікробного синтезу, решта значної частини розсіюється в просторі. Безперервність циклу відмирання та зростання мікроорганізмів дозволяє вважати їхню біомасу самостійним компонентом органічної речовини ґрунту, що знайшло відображення в сучасних моделях динаміки ОВП та оборотності вуглецю в ґрунті^{1241 1242}.

Відмічається¹²⁴³, що у сучасних умовах завдання збереження родючості ґрунту, а разом з ним і збільшення продуктивності та стійкості агрофітоценозів, повинні вирішуватися комплексно, в рамках адаптивно–ландшафтних систем землеробства, які поряд із відтворенням родючості та захистом ґрунтів від ерозії та дефляції забезпечують збереження стійких до стрес–дії агроландшафтів та екологічну чистоту довкілля людини.

В умовах обмежених матеріально–технічних ресурсів у землеробстві Нечорноземної зони важливе їхнє раціональне використання за рахунок

¹²³⁹ Macfadyen A. The contribution of the microfauna to total soil metabolism. Soil organisms. Amsterdam, 1963. P. 3-17.

¹²⁴⁰ Grassland ecosystems of the world / Ed. R.T. Coupland. L.; N.Y.; Melbourne: Cambridge Univ. press, 1979. Vol. 18. P. 335-355.

¹²⁴¹ Molina J.A.E., Crocker G.J., Grace P.R., Klir J., Kirschens M., Poulton P.R., Richter D.D. Simulating trend in soil organic carbon in long-term experiments using the NCSOILand NCSWAPmodels. Geoderma. 1997. V. 81. P. 91-107.

¹²⁴² Mueller T., Jensen L.S., Nielsen N.E., Magid J. Turnover of carbon and nitrogen in a sandy loam soil following incorporation of chopped maize plants, barley straw and blue grass in field. Soil Biol. and Biochem. 1998. V. 30. P. 561-571.

¹²⁴³ Матюк Н.С., Селицкая О.В., Солдатова С.С. Роль сидератов и соломы в стабилизации процессов трансформации органического вещества в дерново-подзолистой почве. Известия ТСХА. 2013. Выпуск 3. С. 63-73.

впровадження прийомів, які забезпечували б найбільшу окупність витрат і сприяли б збереженню та підвищенню родючості дерново-підзолистих ґрунтів. Цього можна досягти за допомогою різних прийомів біологізації землеробства, що дозволяють не тільки ефективно використовувати багато місцевих ресурсів, але і вирішувати актуальні питання зниження рівня депресивного впливу факторів інтенсифікації на конкретні агробіоценози в рамках адаптивно-ландшафтних систем землеробства¹²⁴⁴.

Для збереження природного та досягнення розширеного відтворення ґрунтової родючості, що забезпечує стабільне зростання врожайності с.-г. культур, насамперед необхідне внесення органічних добрив у тій чи іншій формі. Тільки вони можуть компенсувати втрати органічної речовини, пов'язані з його мінералізацією та відчуженням з основною та побічною продукцією. Збагачення ґрунту органікою супроводжується активізацією діяльності мікроорганізмів різних груп і ґрунтових тварин, що беруть участь у процесах її перетворення і визначальних спрямованість процесів формування та підтримки гумусового балансу¹²⁴⁵.

Введення в сівозміну проміжних культур на сидерат забезпечувало надходження рослинних залишків на рівні плодозміни, одночасне використання сидерату і соломи підвищувало їх загальну масу більш ніж на 2,5 т/га. При беззмінному обробітку ячменю на фонах мінерального та органо-мінерального живлення відзначалася така сама закономірність у накопиченні загальної кількості органіки, як і в сівозміні, а у варіанті без застосування добрив маса кореневих та пожнивних залишків була найменшою і становила 2,23 т/га, що у 1,7 разу менше, ніж у добривому варіанті, й у 2,3 разу, ніж у варіанті плодозміни¹²⁴⁶.

У зернопропашному сівозміні польового досвіду Центру точного землеробства надходження рослинних залишків залежало від дії та післядії систем обробітку ґрунту під озиму пшеницю, що визначають масу її пожнивних та кореневих залишків, а також доз азотних підживлень, післядія яких позначилася на рівні врожайності сидерату у формі гірчиці білої (табл. 2.91–2.92).

Маса органічної речовини, що надійшла в ґрунт, піддається процесам деструкції. Спрямованість процесів розкладання органіки залежить від глибини та способу її закладення, що визначають характер їх розподілу в оброблюваному шарі, біохімічного складу речовини, що надходить, а також структури мікробного ценозу ґрунту.

¹²⁴⁴ Лошаков В.Г. Пожнивная сидерация и плодородие дерново-подзолистых почв. Земледелие. 2007. № 1. С. 11–14.

¹²⁴⁵ Шевцова Л.К., Романенков В.А., Канзыва С.О. и др. Влияние длительного применения удобрений на способность органического углерода почв в минерализации. Агроэкологические функции органического вещества почв и использование органических удобрений и биоресурсов в ландшафтном земледелии. Владимир, 2004. С. 43–52.

¹²⁴⁶ Матюк Н.С., Селицкая О.В., Солдатова С.С. Роль сидератов и соломы в стабилизации процессов трансформации органического вещества в дерново-подзолистой почве. Известия ТСХА. 2013. Выпуск 3. С. 63–73.

Встановлено тісний взаємозв'язок між чисельністю мікроорганізмів, що розкладають органічний азот, і масою органіки, що надходить у ґрунт, а також тривалістю внесення соломи та поживного сидерату

Таблиця 2.91

Структура рослинних залишків, що надходять у ґрунт, у зернопросапній сівозміні ЦЧЗ, 2009 р.¹²⁴⁷

Система землеробства	Обробіток ґрунту	Удобрення	Абс. суха речовина, т/га в рік				
			пожни вні	корене ві	ПС*	С**	всього
Точна	Оранка	N70+70	1,31	2,27	2,61	5,23	11,42
		N70	1,29	2,24	1,23	5,16	9,92
	Мінімальний	N70+70	1,58	2,74	1,74	6,32	12,39
		N70	1,55	2,68	1,18	6,18	11,58
Традиційна	Оранка	N70+70	1,25	2,16	4,60	4,99	13,00
		N70	1,34	2,32	1,18	5,35	10,19
	Мінімальний	N70+70	1,70	2,94	4,15	6,78	15,56
		N70	1,56	2,70	1,96	6,24	12,46

ПС – поживний сидерат, С – солома.

При низькому вихідному рівні родючості ґрунту процеси розкладання органіки, що надходить, спрямовані в бік гумифікації. При досить оптимальному для даного типу ґрунтів рівні вмісту гумусу ці процеси зрушуються у бік мінералізації.

Внесення лише мінеральних добрив у спеціалізованому зерновому сівозміні та в беззмінних посівах зумовлювало високу інтенсивність мінералізації у початковій фазі зростання та розвитку польових культур, де показник мінералізації становив 5,42 та 9,24 відповідно. У варіанті плодозмінної сівозміни ступінь мінералізації на аналогічному тлі живлення знижувався до 2,32 за рахунок збільшення маси органіки, що надходить, від обробітку багаторічних трав двох років користування.

Спільне застосування мінеральних та органічних добрив у вигляді сидерату та соломи уповільнювало процеси мінералізації в зерновій сівозміні, про що свідчить зниження показника мінералізації свіжої органічної речовини з 5,42 на мінеральному фоні живлення до 4,43 та 3,05 при внесенні сидерату та відповідно. Аналогічні закономірності відзначені нами й у беззмінних посівах при щорічному внесенні сидератів та соломи.

¹²⁴⁷ Матюк Н.С., Селицкая О.В., Солдатова С.С. Роль сидератов и соломы в стабилизации процессов трансформации органического вещества в дерново-подзолистой почве. Известия ТСХА. 2013. Выпуск 3. С. 63-73.

Таблиця 2.92

Зміна інтенсивності мінералізації органічної речовини при різних системах добрив, вихід у трубку, КУО/г абс. сухий. ґрунту, млн. шт.¹²⁴⁸

Сівозміна	Удобрення	1984 р.			2009 р.		
		МПА	КАА	КАА/МПА	МПА	КАА	КАА/МПА
Плодоз-мнна	НРК	23,0	15,6	0,69	0,29±0,05	1,26±0,15	2,32
Зернова	НРК	19,2	13,8	0,72	0,20±0,01	2,19±0,25	5,42
	НРК+ПС	29,0	27,7	0,96	0,18±0,04	1,35±0,28	4,43
	НРК+ПС+С	33,8	30,6	0,91	0,27±0,06	1,65±0,23	3,05
Беззмінні посіви	БУ	10,4	8,3	0,80	0,15±0,02	1,92±0,27	12,8
	НРК	17,2	10,3	0,60	0,23±0,04	2,11±0,15	9,24
	НРК+ПС	21,8	7,3	0,33	0,51±0,01	1,01±2,04	1,98
	НРК+ПС+С	22,8	14,8	0,65	0,50±0,01	1,24±0,19	2,47

До середини вегетації інтенсивність мінералізації знижувалася у всіх варіантах досліду, що пов'язано з надходженням у ґрунт корневих виділень вегетуючих культур, багатих на легкодоступні органічні сполуки. Додаткове надходження органічних речовин за рахунок сидерату та соломи змінювало спрямованість процесів, що проходять у ґрунті, що підтверджується значенням відносного показника мінералізації, який знизився до 1,29 у зерновій сівозміні та 0,85 у беззмінних посівах у варіанті із застосуванням сидерату в чистому вигляді, до 0,80 і 0,48 – при спільному внесенні його з соломою відповідно (табл. 2.93). Це свідчить про проходження у ґрунті процесів накопичення органічної речовини.

Отже, застосування органомінеральної системи добрив у складі НРК на заплановану врожайність, поживного сидерату та соломи забезпечує більш високий ступінь збалансованості процесів мінералізації та гумифікації різних видів органічної речовини в орному шарі ґрунту.

При використанні мінеральної системи добрив, а також у варіантах без добрив, де єдиним джерелом органічної маси є рослинні залишки, переважали

¹²⁴⁸ Матюк Н.С., Селицкая О.В., Солдатова С.С. Роль сидератов и соломы в стабилизации процессов трансформации органического вещества в дерново-подзолистой почве. Известия ТСХА. 2013. Выпуск 3. С. 63-73.

процеси мінералізації, що підтверджується вищими значеннями відносного показника мінералізації – 1,54 і 1,42 відповідно.

Таблиця 2.93

Зміна інтенсивності мінералізації органічної речовини при різних системах добрив, молочна стиглість пшениці озимої, КУО/г абс. сухий. ґрунту, млн. шт.

1249

Сівозміна	Удобрення	1984 р.			2009 р.		
		МПА	КАА	КАА/МПА	МПА	КАА	КАА/МПА
Плодоз-мнна	НРК	20,1	22,7	1,12	0,14 ±0,04	0,17 ±0,03	1,17
Зернова	НРК	18,3	17,4	0,95	0,17 ±0,05	0,28 ±0,04	1,61
	НРК+ПС	34,1	28,1	0,82	0,18 ±0,09	0,23 ±0,03	1,29
	НРК+ПС+С	30,7	34,1	1,11	0,17 ±0,03	0,14 ±0,02	0,80
Беззмінні посіви	БУ	9,2	9,7	1,05	0,15 ±0,03	0,21 ±0,03	1,42
	НРК	12,3	14,4	1,17	0,24 ±0,07	0,38 ±0,05	1,54
	НРК+ПС	18,0	15,1	0,84	0,21 ±0,05	0,18 ±0,03	0,85
	НРК+ПС+С	25,6	17,1	0,66	0,35 ±0,07	0,17 ±0,03	0,48

Встановлені закономірності трансформації органічних речовин у дерново-підзолистому середньосуглинистому ґрунті при тривалому застосуванні різних систем добрив у сівозмінах різної спеціалізації підтверджуються даними динаміки зміни вмісту гумусу в орному шарі 0–20 см (табл. 2.93).

Внесення мінеральних добрив на плановану врожайність у плодозмінній сівозміні на 29-й рік досліджень забезпечувало підтримку загальних запасів гумусу на рівні простого відтворення, а в зерновому сівозміні та беззмінних посівах ячменю спостерігалася тенденція зниження його вмісту до кінця шостої ротації на 0 %.

Додаткове надходження органічної речовини у вигляді поживного сидерату та соломи зумовлювало стійку тенденцію до накопичення гумусу як у зерновій сівозміні (+0,09%), так і в беззмінних посівах ячменю (+0,03%).

На легкосуглинистих ґрунтах у зернопропашному сівозміні Центру точного землеробства разове використання сидерату та соломи зумовлювало інші закономірності у перетворенні органічних залишків (табл. 2.94).

¹²⁴⁹ Матюк Н.С., Селицкая О.В., Солдатова С.С. Роль сидератов и соломы в стабилизации процессов трансформации органического вещества в дерново-подзолистой почве. Известия ТСХА. 2013. Выпуск 3. С. 63-73.

Так, після збирання озимої пшениці спрямованість процесів трансформації органічної речовини мала характер мінералізації, ступінь якої залежав від щільності складання орного шару, що визначається інтенсивністю обробітку ґрунту під цю культуру. Збереження більш пухкого складання ґрунту у варіантах з оранкою призводило до вищої мінералізації, ніж у варіантах з мінімальним обробітком.

Таблиця 2.94

Динаміка вмісту гумусу (%) в орному шарі ґрунту при різних системах добрив та чергування культур¹²⁵⁰

Сівозміна	Удобрення	Вміст гумусу, %			
		1980*	1986*	1998*	2009
Плодозмінна	НПК	1,93	1,89	1,93	1,92
Зернова	НПК		1,81	1,72	1,71
	НПК+ПС		1,82	1,89	1,91
	НПК+ПС+С		1,78	2,01	2,02
Беззмінні посіви	БУ	1,95	1,70	1,67	1,65
	НПК		1,69	1,83	1,80
	НПК+ПС		1,81	1,96	1,97
	НПК+ПС+С		1,94	1,94	1,98

Збагачення ґрунту різними формами органічної речовини за рахунок вирощування та загортання на різну глибину поживного сидерату та соломи – уповільнювало інтенсивність мінералізації. Найбільший ефект спостерігався в варіантах при внесенні та ретельному перемішуванні нетрадиційних органічних добрив у поверхневому шарі ґрунту 0–10 см за рахунок осіннього дискування та весняного фрезерування. Отже, при введенні поживного сидерату та використанні соломи як добрива на дерново–підзолистих легкосуглинистих ґрунтах швидкість їх розкладання визначалася глибиною загортання та інтенсивністю перемішування, тобто. обсягом ґрунту, з яким взаємодіють органічні речовини.

Таким чином, поживний сидерат і солома на добриво суттєво впливають на якісний склад мікробної спільноти, що змінює спрямованість біохімічних процесів у бік відносного зниження мінералізації та накопичення більш стабільних форм органічної речовини. Мініалізація обробітку ґрунту також знижує частку бактерій, що використовують мінеральні форми азоту, на 17–25% порівняно із оранкою. Стабілізація живильного режиму ґрунту за рахунок збагачення елементами живлення, що надходять з органічною масою сидерату та соломи, поліпшення фітосанітарного стану посівів та ґрунту підвищувала загальну продуктивність озимої пшениці на 15 та 26%, а ячменю – у 1,2 та 1,4 рази порівняно із внесенням розрахункових доз мінеральних добрив (табл. 2.95).

¹²⁵⁰ Матюк Н.С., Селицкая О.В., Солдатова С.С. Роль сидератов и соломы в стабилизации процессов трансформации органического вещества в дерново-подзолистой почве. Известия ТСХА. 2013. Выпуск 3. С. 63-73.

Таблиця 2.95

Зміна інтенсивності мінералізації органічної речовини при різних системах землеробства та способах обробітку ґрунту, КУО/г абс. сухий. ґрунту, тис. шт.
1251

Система землеробства	Обробіток ґрунту	Після збирання озимої пшениці перед посівом сидерату, 2009 р.			Під картоплею після заробки сидерату, фаза бутонізації, 2010 р.		
		МПА	КАА	КАА/МПА	МПА	КАА	КАА/МПА
Точна	Оранка	215 ± 30	2628 ± 722	14,7	334 ±101	744 ± 54	2,22
	Мінімальний	191 ± 50	1690 ± 634	8,8	612 ±207	1132 ± 309	1,85
Традиційна	Оранка	197 ± 29	2092 ± 363	11,2	443 ± 68	1233 ±201	2,78
	Мінімальний	159 ± 28	1659 ±354	10,5	414 ±104	856 ±156	2,07
Багаторічна цілина					149 ± 11	1260 ± 61	8,44

Високий рівень родючості ґрунту є однією з умов ефективного функціонування агроценозу. Оптимізація стану родючості ґрунту неможлива без науково обґрунтованого застосування добрив. Аналіз моніторингових агрохімічних досліджень родючості ґрунту показав, що відбувається неухильне зниження вмісту гумусу в орному шарі практично в усіх регіонах країни. В Україні за останні 20 років спостерігається зростання внесення мінеральних добрив на гектар орної землі (в перерахунку на 100 %-ний вміст поживних речовин) з 65,1 кг до 157,4 кг. Наслідки екстенсивного типу землеробства очевидні – наростаюче виснаження ґрунтів, забруднення водою, питної води та продуктів живлення і, у підсумку, виникнення реальної загрози продовольчої безпеки країни. Постала необхідність впровадження якісно нових технологій вирощування сільськогосподарських культур. Розроблення екологічно безпечних ресурсощадних технологій вирощування польових культур і поліпшення родючості ґрунту нерозривно пов'язане з біологізацією землеробства та енергозбереженням, важливою ланкою якого є використання сидератів.

Відмічається¹²⁵², що використання поживних сидеральних культур має багатоплановий та комплексний вплив на зміну агрофізичних, агрохімічних та

¹²⁵¹ Матюк Н.С., Селицкая О.В., Солдатова С.С. Роль сидератов и соломы в стабилизации процессов трансформации органического вещества в дерново-подзолистой почве. Известия ТСХА. 2013. Выпуск 3. С. 63-73.

¹²⁵² Рудакова Л.В., Кравцова Е.В., Ясан А.Е. Роль сидеральных культур в улучшении агрегатного состава почвы в южной зоне Ростовской области. Современная техника и

біологічних показників різних типів ґрунтів. При цьому, сидеральні культури або зелені добрива виконують комплекс заходів для покращення фізичних властивостей ґрунту та підвищення врожайності сільськогосподарських культур:

- поповнюють ґрунт органікою та поживними речовинами;
- зменшує невикористані втрати вологи;
- підвищує коефіцієнт використання опадів;
- попереджує та знижує ерозійні процеси у ґрунті;
- стимулює розвиток ґрунтових мікроорганізмів;
- знижує ущільнення ґрунту машинами;
- покращують агрофізичні та агрохімічні властивості ґрунту

Сидерація ґрунту – найкращий метод для того, щоб підвищити родючість ґрунту, наситити його мінеральними та органічними речовинами, а також покращити структуру. Однорічні сидерати допоможуть не тільки вилікувати її після застосування отрутохімкатів, але й позбавити ерозії та засоленості. Грамотне використання сидеральних культур – найдієвіший, недорогий та екологічно чистий метод підтримки родючості ґрунту.

Заробляння сидератів, як і будь-яких інших органічних добрив, збагачує ґрунт органічними речовинами, знижує його кислотність, забур'яненість полів, підвищує буферність, поліпшує структуру ґрунту, активізує життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів (рис. 2.78).

Їх вирощування запобігає втратам елементів живлення внаслідок ерозії та міграції по профілю ґрунту. Сидерацію застосовують на віддалених від ферм полях, куди економічно не вигідно завозити гній, а також у господарствах з малим виробництвом органічних добрив, у спеціалізованих господарствах без тваринництва. Велике значення мають зелені добрива під час рекультивації вироблених кар'єрів нерудних корисних копалин і забруднених ґрунтів. Наприклад, на забруднених моторними мастилами ділянках добре росте конюшина. Для детоксикації ґрунту висівають тилею трилисткову, буркун і конюшину солодку¹²⁵³.

По даних Г.М. Господаренко¹²⁵⁴ органічну речовину зеленого добрива можна розглядати як створюваний у ґрунті резерв всіх необхідних рослинам поживних рослин, які переходять у засвоювальну форму не відразу, а поступово, впродовж усього вегетаційного періоду, забезпечуючи неперервний ріст та розвиток рослин. Особливо цінним є зелене добриво з бобових культур, здатних збагачувати ґрунт азотом за рахунок фіксації його з атмосфери бульбочковими бактеріями. В цьому сенсі посів бобових

технологии. 2016. № 11. Ч. 1 [Электронный ресурс].
URL: <https://technology.snauka.ru/2016/11/10938>

¹²⁵³ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

¹²⁵⁴ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

зеленоудобрених рослин можна назвати живою фабрикою азотних добрив, які без складних машин, а лише завдяки роботі азотфіксуючих мікроорганізмів зв'язують велику кількість вільного азоту повітря у корисну форму органічних речовин ґрунту. Так, при заробці 10 т зеленої маси люпину ґрунт збагачується азотом на 54–56 кг/га, конюшини – на 62, гороху та кормових бобів – на 52, лядвенцю рогатого – на 59 кг/га. Важливо й те, що удобрений ґрунт азотом, накопиченим бобовими рослинами, не потребує додаткових витрат.



Рисунок 2.78 – Системний вплив сидерації на властивості та режими ґрунтів¹²⁵⁵

Сидерати мобілізують елементи живлення нижніх шарів ґрунту і переміщують їх в орний шар. Якщо внесення гною – це повернення у ґрунт елементів живлення, що були використані рослинами для створення врожаю, то застосування зеленого добрива – це мобілізація поживних речовин із сонячної енергії, атмосфери та нижніх шарів ґрунту, які мало використовуються.

Зелені добрива сприяють відновленню нормального циклу колообігу органічних речовин і азоту в ґрунті. Результати досліджень з використанням мічених ізотопів показали, що при заробці гірчиці білої у вигляді поживного сидерата істотно покращилося азотне живлення рослин ячменю і озимих зернових культур, в основному за рахунок підвищення коефіцієнта

¹²⁵⁵ Антоненць С.С. та ін.. Сидеральні культури. Практичні рекомендації. Полтава, «Сімон». 2011. 53 с.

використання азоту мінеральних добрив на 40–60 %. Збільшення ресурсів додаткових форм азоту не тільки створює сприятливіші умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур, але й зменшує забруднення ґрунту та рослинницької продукції нітратами та іншими шкідливими речовинами, що можуть надходити з мінеральними добривами.

Висівати рослини на зелене добриво слід з метою одержання якнайбільшої органічної маси. Отже, вони повинні давати великі врожаї. Зелене добриво зазвичай застосовують на бідних ґрунтах, а тому рослини мають бути невибагливі до ґрунтових умов. Також важливо підібрати таку сидеральну культуру, яка мала б низький коефіцієнт транспірації (для економії ґрунтової вологи), низьку норму висіву (для зниження витрат на насіння) та поряд із формуванням високого врожаю біомаси забезпечувала б ранній термін зароблення її в ґрунт. Суттєвим є те, що сидеральні пару доцільно застосовувати не тільки на бідних піщаних і супіщаних ґрунтах у районах достатнього зволоження (на Поліссі України), а й на важких за гранулометричним складом ґрунтах.

З культур, що вирощуються на зелене добриво, особливий інтерес становлять рослини родини капустяних і бобових як найбільш адаптовані для вирощування в різних ґрунтово–кліматичних зонах нашої країни та за кордоном. Ріпак, гірчиця біла, найбільшою мірою відповідають основним вимогам, що пред'являються до пожнивних культур, завдяки холодостійкості, короткому вегетаційному періоду, здатності інтенсивно нарощувати зелену масу, багату на протеїн, порівняно низькі витрати на їх обробіток і високу адаптивність до ґрунтово–кліматичних умов^{1256 1257 1258}. За результатами досліджень¹²⁵⁹ вирощування вищезгаданих сидератів справляло сприятливу дію на агрегатний склад орного шару чорнозему вилуженого. Аналіз даних, отриманих на ділянках з сидератами, дозволив встановити, що при їх вирощуванні та загортанні в ґрунт структурно–агрегатний склад ґрунту помітно покращувався порівняно з контролем. При цьому на варіантах застосування як сидерати гірчиці білої та редьки олійної вміст агрономічних цінних агрегатів у орному горизонті залишився на колишньому рівні або збільшився незначно: відповідно, 59 і 60 %, а на варіантах з буркуном білим та ярим ріпаком відмічено помітне їх збільшення: відповідно, до 63 і 64% (табл. 2.97).

¹²⁵⁶Вахрушев Н.А., Рудакова Л.В. Результаты оценки структурного состояния обыкновенного карбонатного чернозема Дона на различных агро-ландшафтах. – В кн.: Технология, агрохимия и защита сельскохозяйственных культур. Межвузовский сборник научных трудов. Зерноград 2005. С. 176-182.

¹²⁵⁷Вахрушев Н.А., Рудакова Л.В. Биологизация земледелия – путь к воспроизводству плодородия черноземов. – В кн.: Технология, агрохимия и защита сельскохозяйственных культур. Межвузовский сборник научных трудов. Зерноград, 2005 г. с. 182-187.

¹²⁵⁸Вахрушев Н.А., Рудакова Л.В. Многолетние травы и их роль в снижении деградации чернозема. Монография Зерноград, 2011. 367 с.

¹²⁵⁹Рудакова Л.В., Кравцова Е.В., Ясан А.Е. Роль сидеральных культур в улучшении агрегатного состава почвы в южной зоне Ростовской области. Современная техника и технологии. 2016. № 11. Ч. 1 [Электронный ресурс]. URL: <https://technology.snauka.ru/2016/11/10938>.

Таблиця 2.97

Структурний стан ґрунту після сидеральних культур у %, 2014–2015¹²⁶⁰

Варіант досліджу	Глибина, см	Розміри фракцій, мм, % від сухого ґрунту										Сума фракцій 0,25–10 мм
		>10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1,5	1,5–1	1–0,5	0,5–0,25	<0,25	
Озима пшениця. (контроль)	0–10	23,46	10,9	9,57	12,50	8,44	3,72	7,40	8,32	5,69	10,0	66,54
	10–20	14,12	9,84	10,4	17,01	12,03	5,32	8,92	9,16	5,4	7,81	78,07
	20–30	10,34	10,09	12,69	18,77	12,69	5,28	8,05	8,49	5,11	8,48	81,17
Еспарцет	0–10	7,15	6,15	8,34	13,30	10,09	4,68	8,93	12,54	8,99	19,82	73,03
	10–20	2,70	5,29	8,17	16,43	12,16	5,87	10,44	13,05	9,45	16,44	80,86
	20–30	6,64	12,06	14,41	19,78	11,34	4,97	8,09	9,06	5,25	8,42	84,95
Ріпак	0–10	1,92	2,67	5,27	10,98	9,95	5,32	10,76	16,29	14,07	22,78	75,31
	10–20	3,43	6,42	9,47	16,43	12,39	6,29	11,0	13,36	9,11	12,13	84,44
	20–30	3,85	9,82	13,36	20,80	12,62	6,34	9,82	10,22	5,78	7,39	88,76
Гірчиця біла	0–10	5,05	4,94	6,51	12,11	8,44	4,85	9,67	15,28	12,66	20,4	74,54
	10–20	7,15	13,37	15,79	19,74	11,72	5,52	7,49	7,77	4,67	6,77	86,08
	20–30	6,97	9,53	13,80	20,88	12,99	5,96	8,49	8,99	5,33	7,07	85,96
Нут	0–10	2,96	5,71	8,07	13,41	10,24	4,80	11,0	14,60	11,82	17,4	79,64
	10–20	4,43	6,81	12,8	23,21	14,60	6,22	9,65	9,41	5,81	7,06	88,51
	20–30	5,24	9,03	14,17	21,42	13,08	5,44	8,86	9,46	6,05	7,25	87,51
Злаково–бобова суміш (ячмінь+горох)	0–10	6,49	4,62	5,59	9,44	8,49	4,48	9,69	15,8	13,40	22,02	71,49
	10–20	14,20	10,38	10,88	17,08	11,07	5,13	7,75	9,17	5,88	8,46	77,34
	20–30	7,44	9,09	13,54	20,29	12,43	5,68	8,62	10,05	6,02	6,83	85,73

¹²⁶⁰ Рудакова Л.В., Кравцова Е.В., Ясан А.Е. Роль сидеральних культур в удешевленні агрегатного складу ґрунту в південній зоні Ростовської області. Сучасна техніка і технології. 2016. № 11. Ч. 1 [Електронний ресурс]. URL: <https://technology.snauka.ru/2016/11/10938>

На суглинистих дерново-підзолистих ґрунтах Білорусії при заоранні зеленої маси сидератів зростала кількість водомічних агрегатів на 36–46 %, у відносному вираженні, в основному, за рахунок найбільш агрономічно цінних частинок розміром від 1 до 3 мм, що забезпечують стійкість поверхні ґрунту проти знесення та змиву. у період весняного сніготанення¹²⁶¹.

На таких же ґрунтах в умовах нечорноземної зони обробіток у зерновій сівозміні гірчиці на сидерат забезпечило збільшення кількості водомічних агрегатів під ячменем у середньому на 6,6%¹²⁶².

Збільшення кількості найбільш цінних водомічних агрегатів діаметром 0,5–1 та 1–3 мм відзначали також у дослідях Нижегородської сільськогосподарської академії при обробітку багаторічного люпину як у сидеральних парах, так і в проміжних посівах на 20–25 %¹²⁶³.

Поряд з позитивним впливом на агрофізичні властивості різних типів ґрунтів рослинність озимих, підсівних та інших проміжних культур є важливою перешкодою на шляху міграції рухомих елементів живлення у глибші шари ґрунту, особливо на легкосуглинистих, супіщаних та піщаних ґрунтах.

Однак основна та найважливіша роль зелених добрив – відновлення нормального циклу круговороту органічної речовини та азоту у ґрунті. Результати досліджень з використанням мічених ізотопів показали, що при заоранні гірчиці білої у вигляді пожнивного сидерату суттєво покращується азотне живлення рослин ячменю та озимих зернових культур, в основному за рахунок підвищення коефіцієнта використання азоту мінеральних добрив на 40–60 %¹²⁶⁴. Підвищення ресурсу додаткових форм азоту не тільки створює більш сприятливі умови для зростання та розвитку сільськогосподарських рослин, а й зменшує забруднення ґрунту та рослинницької продукції нітратами та іншими шкідливими речовинами, що надходять із мінеральними добривами.

Дослідження, проведені на різних ґрунтах, показали, що використання культур на зелене добриво позитивно впливає і на інші компоненти харчового режиму. Екологічні функції зеленого добрива проявляються у мобілізації елементів живлення, таких, як фосфор, калій, кальцій, магній, марганець та ін., з більш глибоких генетичних горизонтів ґрунту, а також важкодоступних сполук та залучення їх у кругообіг речовин.

У дослідях В.Ф. Кормілиціна¹²⁶⁵ зашка сидерату сприяла активізації процесів гідролізу та окислення органічних азотовмісних речовин, амоніфікації

¹²⁶¹ Довбан К.И. Зеленое удобрение. М.: Агропромиздат, 1990. 208 с.

¹²⁶² ошаков В.Г., Николаев В.А. Влияние длительного применения пожнивного зеленого удобрения на агрофизические свойства почвы. Доклады ТСХА. 1999. Вып. 2. С. 29-40.

¹²⁶³ Заикин В.П., Ивенин В.В., Румянцев Ф.П., Кривенков С.Ю. Научные основы использования зеленого удобрения в Волго-Вятском регионе. НГСХА. Нижний Новгород, 2004. 271 с.

¹²⁶⁴ Лошаков В.Г. Пожнивная сидерация и плодородие дерново-подзолистых почв. Земледелие. 2007. №1. С. 11-14.

¹²⁶⁵ Кормилицин В.Ф. Сидеральный пар в орошаемом земледелии Поволжья. Земледелие. 1995. №4. С. 8-11.

та нітрифікації. Підвищення вмісту легкогідролізованих форм азоту, амонійних і нітратних солей в оброблюваному шарі ґрунту спостерігалось протягом п'яти років, що адекватно впливу гною, внесеного в нормі 40–50 т/га. Одночасно з поліпшенням азотного режиму зростала забезпеченість ґрунту рухомими фосфатами. Бурхливий розвиток ґрунтової мікрофлори під впливом заорання свіжої легкомінералізуючої органічної речовини супроводжувався біологічним поглинанням доступних культурних рослин сполук фосфору та калію.

Відомо, що родючість ґрунту визначається кількісним та якісним станом органічної речовини, з яким прямо пов'язані найважливіші агрономічні властивості ґрунту та фактори життєзабезпечення рослин. Інтенсивність використання ріллі потребує певного рівня відтворення органічної речовини у ґрунті. Провідним фактором збільшення вмісту гумусу в ґрунті є органічні добрива та використання соломи та сидератів.

У дослідженнях низки вітчизняних та зарубіжних учених відзначено суттєве збільшення вмісту гумусу у різних типах ґрунтів при використанні сидератів. У дослідіх Новозибківської дослідної станції на пухких пісках після дворазового використання люпину на зелене добриво у зайнятій парі вміст гумусу порівняно з контролем (без органічних добрив) підвищився з 0,49 до 0,62 %¹²⁶⁶.

Узагальнення багаторічних досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів показує, що на малородючих ґрунтах обробіток проміжних культур на зелене добриво без додаткового надходження інших органічних матеріалів не підвищує вмісту гумусу внаслідок швидкої мінералізації сидеральної маси. Зростання вмісту гумусу на таких ґрунтах можливе лише при одночасному закладанні сидератів із соломою, яка виступає в даному поєднанні як інгібітор процесів нітрифікації. Низький вміст азоту в соломі стримує її розкладання ґрунтовими мікроорганізмами. Ту ж роль виконують і пожнивні залишки покривної культури, які сприяють уповільненню розкладання зеленої маси сидяру підсівного і тим самим створюють умови для накопичення гумусу в ґрунті¹²⁶⁷.

Ці закономірності підтверджуються і зарубіжними дослідниками. Так, у досліді чеських учених повторна заорання сидерату гірчиці білої збільшувала вміст гумусу на 0,28% порівняно з контрольним варіантом, а на лісових ґрунтах Німеччини при заоранні бобових сидератів на зелене добриво в середньому за 5 років відбулося збільшення вмісту гумусу на 0,19 %.

Узагальнення багаторічних досліджень вчених Німеччини також показало, що для досягнення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті, залежно від культур, що обробляються в сівозміні, необхідно заорювати таку кількість

¹²⁶⁶ Алексеев Е.К. и др. Зеленые удобрения. Минск: Ураджай, 1970. 197 с.

¹²⁶⁷ Благовещенская Э.К., Тришина Т.Л. Сидераты в современном земледелии. Земледелие. 1987. №5. С. 36-37.

зеленого добрива: при обробітку зернових культур – 38 т/га зеленої маси, а при обробітку просапних – 75–100 т/га¹²⁶⁸.

У розкладанні свіжої органічної речовини у прості доступні рослинам форми важлива роль належить ґрунтовій біоті, яка виявляє свої функції через біологічні показники родючості ґрунту.

Біологічна активність ґрунту як один із важливих показників його родючості безпосередньо пов'язана з процесами синтезу та розпаду органічної речовини, і від її інтенсивності великою мірою залежить динаміка доступних поживних речовин у ґрунті, а, отже, зростання, розвиток та продуктивність основних культур сівозміни. Вона як сукупний показник різноманітної діяльності мікроорганізмів у більшості випадків знаходиться у прямій кореляції з родючістю ґрунту та врожайністю рослин.

Одна з основних тез біологічного землеробства говорить: «Відмираюче має стати основою нового життя...». Ланкою, що передає елементи живлення із залишків відмираючої органіки рослинного та тваринного походження, а також із внесених різноманітних форм органічних добрив (гній, солома, сидерат, сапропель, торф) в рослини служать ґрунтові мікроорганізми, які першими реагують на будь-які види деградації ґрунтів. З одного боку, завдяки своїй активності вони прагнуть підтримати рівновагу, а з іншого – першими страждають від екологічних порушень.

Ґрунтові мікроорганізми руйнують відмерлі залишки рослин, що надходять у ґрунт, сприяють переміщенню речовин за профілем та перемішуванню органічної та мінеральної частини ґрунту, а інші мікроорганізми здатні надавати згубну дію на представників фітопатогенної мікрофлори. Також ґрунтові мікроорганізми виділяють у процесі життєдіяльності різні фізіологічно активні сполуки, сприяють переведенню одних елементів у рухому форму та, навпаки, закріпленню інших у недоступних для рослин формах.

Встановлено¹²⁶⁹, що органічна речовина сидеральних культур, потрапляючи у ґрунт, є основним джерелом живлення та енергії для більшості гетеротрофних мікроорганізмів.

В результаті наших досліджень було встановлено, що внесення в ґрунт зеленої маси сидеральних культур стимулює розмноження ґрунтових мікроорганізмів, хоча ефект від внесення буркуну та еспарцету був неоднаковим.

У початковий період, коли із внесених у ґрунт зелених добрив екстрагуються легкогідролізовані та розчинні у воді речовини, інтенсивніше починають розвиватися мікроорганізми, що належать до зимогенної групи.

¹²⁶⁸ Korschens M. Zwischenfruchtanbau zur Futternutzung und Grundungung – ein Beitrag zur Steigerung der Bondenfruchtdarkeitю Feldwirtschaft. 1983. Bd. 24. H. 8. P. 361-367.

¹²⁶⁹ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. - Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

Як показують результати досвіду, розвиток бактерій на МПА йде більш інтенсивно у варіанті з буркуном. У судинах з еспарцетом тим часом кількість бактерій тримається приблизно одному рівні з контролем. До 45 дня розкладання зеленої маси чисельність бактерій досягає свого піку. У цей період кількість бактерій різко зростає як у варіанті з буркуном, так і з еспарцетом, де їх кількість збільшується у 27 разів. Це вказує на те, що в період 15-45 днів інтенсивність розкладання еспарцету вища, ніж буркуну, що пояснюється хімічним складом їх компонентів. До 75-го дня кількість мікроорганізмів на варіанті з еспарцетом була ще значною, а на варіанті з буркуном наближалось до контролю.

Це можна пояснити тим, що до цього часу в ґрунті залишилося більше біомаси еспарцету, ніж буркуну. До 100-го дня розклалося 89% біомаси еспарцету та 94% буркуну.

Динаміка бактерій, що використовують мінеральні форми азоту, також показує, що буркун, що використовується як сидерат, розкладається швидше за еспарцет. Якщо до 45-го дня розкладання кількість бактерій цієї групи на буркуну досягала свого максимуму, то на 75-ту добу воно становило лише 60% від початкового числа бактерій. Чисельність мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні форми азоту, у варіанті з еспарцетом продовжувало зростати до 75-го дня розкладання і сягало 60 млн г ґрунту.

Щодо ґрунтових грибів, то пік їх розвитку припадав на 45-ту добу руйнування сидеральних культур. При цьому чисельність грибів на варіантах з буркуном та з еспарцетом змінювалася приблизно однаково, але в ґрунті з буркуном їх кількість на 30 тис/г ґрунту була більшою, що вказує на здатність еспарцету підтримувати фунгістатичну властивість ґрунту на вищому рівні.

У початковий період розвиваються види мікроорганізмів, що використовують легкодоступні поживні речовини, що екстрагуються з рослинних залишків, а потім у міру деструкції органічної речовини їх змінюють види, що засвоюють геміцелюлозу та целюлозу.

Целюлоза одна із головних компонентів рослинних залишків і руйнується у ґрунті представниками різних систематичних груп мікроорганізмів. У нашому досвіді спостерігалось зростання чисельності целюлозорозрушаючих мікроорганізмів протягом усього періоду спостережень. У початковий період усім варіантах досвіду переважали бактерії, які у наступні терміни визначення не проявлялись. Це свідчить про наявність у період мінерального азоту, який надалі використовують інші групи мікроорганізмів. Крім того, зростаюча кількість грибів та актиноміцетів пригнічувала зростання бактерій. На 45-й день розкладання домінували гриби, а надалі на пізніших стадіях мінералізації інтенсивніше розвивалися актиноміцети¹²⁷⁰.

Закладення зеленої маси буркуну та еспарцету в ґрунт призводило до різкого збільшення всіх груп мікроорганізмів, що вказує на інтенсивність

¹²⁷⁰ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. - Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

процесів мінералізації. Швидкість розкладання буркуну була вищою: пік активності мікроорганізмів припадав на 40-45-й день після закладення.

Еспарцет відрізнявся уповільненням процесів деструкції на першому етапі - розкладання важкодоступних компонентів клітинної оболонки: показники найбільшої мікробіологічної активності припадали на період між 45-м і 75-м днем розкладання.

До 300-го дня розкладання чисельність всіх груп мікроорганізмів, за винятком целюлозоруйнівних, знижувалася до контрольного варіанту або наближалася до нього. Динаміка целюлозорозрушаючих мікроорганізмів усім випадках збільшувалася, оскільки вони здатні розкласти гумус ґрунту.

Зелена маса еспарцету ініціювала більший пул мікроорганізмів, що вказує не тільки на різницю в хімічному складі досліджуваних культур, а й на потенційні можливості повнішого розкладання біомаси цієї культури в ґрунті. Крім того, застосування еспарцету як сидерату підвищує фунгістазу ґрунту.

Органічне речовина сидератів збільшувало такі показники родючості ґрунту, як його азотфіксуюча та целюлозолітична здібності. Сидеральний пар порівняно із зайнятим збільшував активність аммоніфікуючих мікроорганізмів, мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні форми азоту, мікроміце-тів, олігонітрофілів та целюлозорозкладних мікроорганізмів¹²⁷¹.

Наголошується також¹²⁷², що кореневі системи деяких рослин накопичують і виділяють у ґрунт речовини, що пригнічують ґрунтову мікрофлору та деякі сільськогосподарські культури. На думку багатьох дослідників, такими речовинами є фенольні сполуки. Це тим, що фенольні сполуки грають важливу роль обміні речовин у вищих рослин і займають чільне місце у всіх сучасних теоріях процесів гумифікації. У ґрунті частіше зустрічаються такі речовини фенольної природи, як нітрофенол, пірокатехін, протокатехова, вератрова, бузкова, ванілінова кислоти. Встановлено, що коренева система вівса виділяє скополетин (речовина, близька до кумарину), що має інгібуючу дію. У коренях люцерни акумулюються алкалоїди, які поступово дифундують у ґрунт. На корінні люцерни 3-4-го року користування починають відмирати бульби внаслідок накопичення в них алкалоїдів. Тому питання про кореневі виділення рослин і характер впливу корневих залишків на ґрунт у зв'язку з розвитком вчення про сівозміни заслуговує на подальшу розробку.

У дослідях Н.І. Зезюкова¹²⁷³ найвищий показник розкладання надземної маси встановлено для редьки олійної. У порівнянні з соломою, спад був у 2,5

¹²⁷¹ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. - Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

¹²⁷² Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. - Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

¹²⁷³ Зезюков Н. И. Сохранение и повышение плодородия чёрноземов. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное и-ство, 1999. 312 с.

рази більшим, відповідно і надходження в ґрунт поживних речовин було великим.

Потрапляючи у ґрунт, свіжа негуміфікована органічна речовина стає фактором активізації біологічних процесів. Під впливом мікрофлори звільняються поживні мінеральні речовини у вигляді CO_2 , NH_3 , P_2O_5 , K_2O тощо. Таким чином, при підготовці ґрунту під посів культури необхідно регулювати процес розкладання органічної речовини в інтересах формування ефективної родючості, що відповідає біології культури, що обробляється.

Якщо в чистому парі необхідно знизити темпи розкладання, то в зайнятому та сидеральному парах, зайнятих бобовими культурами, допустимо його підвищення. Однак важливо, щоб період максимального мікробного розкладання біомаси не збігався з фазами найбільшого споживання елементів живлення рослинами, що вегетують, щоб не допустити біологічного поглинання поживних елементів мікроорганізмами. Тому при регулюванні процесів розкладання біомаси рослин в агроценозах потрібно враховувати біологію культури, характер процесу розкладання, спосіб вирощування культури, попередник, ґрунтово-кліматичні умови.

Відомо, що рослинні залишки після розкладання є не тільки джерелом гумусоутворення, а й забезпечують рослини мінеральним живленням, що вивільняється при розкладанні. Збагачення ґрунту органічними залишками сприяє підвищенню родючості ґрунтів та коефіцієнта використання елементів мінерального живлення з добрив.

У дослідженнях¹²⁷⁴ узагальнюється, що на формування поживного режиму ґрунту внесення соломи та зелених добрив мало помітний вплив. Поглинені біомасою органіки, що вноситься, поживні речовини зберігалися від непродуктивних втрат. Тому у весняний період ми бачимо збільшення вмісту доступних елементів живлення у ґрунті щодо контрольного варіанту. Надходження їх у доступній для рослин формі визначалося темпами мінералізації органічної речовини. У міру розкладання рослинних органічних сполук відбувалося вивільнення мінеральних елементів. У разі рослини кукурудзи більш рівномірно забезпечувалися елементами мінерального живлення.

Багаторічні дослідження¹²⁷⁵ у тривалих стаціонарних дослідах дозволяють стверджувати, що бездефіцитний баланс гумусу на чорноземах можливий при заоранні всієї некормової соломи в десятипільній сівозміні, введенням вивідного поля (люцерна до 4-х років) багаторічних трав, сидеральних культур, внесенням гною та застосуванням. Основним резервом наповнення ґрунту органічною речовиною слід вважати сидеральні культури, що забезпечують

¹²⁷⁴ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. - Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

¹²⁷⁵ Сидериты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С.И. Коржов, В.В.Верзилин, Н.Н.Королев; под редакцией С.И. Коржова. - Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. 98 с.

поповнення ґрунту гумусом, і як наслідок – покращення її фізичних, хімічних та біологічних властивостей. При цьому, важливим джерелом поповнення ґрунту органічною речовиною є пожнивні посіви сидеральних культур, що дають 100-120 ц зеленої маси з одного гектара. Кращі сидеральні культури для чорноземної зони – буркун білий та жовтий, озима вика, пажитник, гірчиця сарептська, редька олійна.

Застосування біологічних прийомів відтворення родючості ґрунту (заміна чистої пару на сидеральний, обробіток пожнивного сидерату, використання біологічного врожаю соломи ярих культур як органічного добрива) підвищувало коефіцієнт енергетичної ефективності на 10-55%, при позитивному балансі органічної речовини, на всіх варіантах пару.

Крім того, зелене добриво підвищує активність аммоніфікуючих та нітрифікуючих груп ґрунтових мікроорганізмів, внаслідок чого у ґрунті збільшується вміст доступних форм нітратного та амонійного азоту. Зелена маса сидерату найбагатша азотом і має вузьке співвідношення вуглецю до азоту (10:1 – 12:1), що також сприяє мобілізації поживних речовин в оброблюваних шарах ґрунтів.

При раціональному поєднанні та ефективному використанні різних видів органічних добрив (гній, солома, сидерат) можна спрямовано впливати на мікробіологічні процеси, створюючи оптимальні умови для життєдіяльності агрономічно цінних груп мікроорганізмів, якими є нітрифікатори, амоніфікатори, азотфіксуючі, целюлозоушкодження. процесах синтезу та руйнування гумусових речовин. Аеробні целюлозоразлагающие бактерії у процесі життєдіяльності виділяють слиз, що бере участь у оструктуриванні ґрунту і гумусообранованні. Вивільнений при розкладанні рослинних залишків вуглець клітковини у вигляді різних сполук бере участь у створенні родючості ґрунту, а вуглекислота, що виділяється служить джерелом круговороту вуглецю в природі і бере участь у фотосинтезі органічної речовини рослинами.

У ґрунтоутворювальному процесі та відновленні родючості ґрунту також бере активну участь макрофауна, найважливішими представниками якої є дощові черв'яки. Ґрунтові безхребетні прискорюють мікробіологічний розпад, подрібнюючи рослинні залишки та збільшуючи їхню сумарну поверхню, доступну впливу мікрофлори, розселенню якої вони сприяють. Сапрофаги перемішують органічну частину ґрунту з мінеральною, пропускаючи цю суміш через свої кишечники, і таким чином беруть участь у створенні зернистої структури ґрунту. При активному пересуванні безхребетних покращуються дренавання та аерація глибоких горизонтів ґрунту, інтенсифікуються у них мікробіологічні процеси.

При інтенсивному господарському використанні орних земель та зміні структури посівних площ з урахуванням ринкового попиту на сільськогосподарську продукцію ґрунтова біота як сукупність рослинних та тваринних організмів набуває ще більшого значення. Її активність тісно пов'язана з кількістю та якістю органічної речовини, що надходить у ґрунт, та процесами її перетворення. Особливою динамічністю ці процеси відрізняються

в дерново–підзолистих ґрунтах при промивному типі водного режиму, що часто створює передумови для негативного балансу гумусу.

Органічні та сидеральні добрива позитивно впливають на нітрифікаційну та ферментативну активність ґрунту, підвищуючи активність уреазу на 52%, протеази – на 45%, інвертази – на 10%, каталази – на 17%^{1276 1277}.

Ефект використання зеленого добрива проявляється також у зниженні рівня засміченості посівів бур'янами та ураження рослин шкідниками та хворобами, що обмежують зростання врожайності сільськогосподарських культур.

Видатний вчений–агрохімік Д.Н.Прянишников зазначав, що на сильно засмічених ґрунтах добрива не зможуть надавати своєї повної дії, а іноді навіть дадуть негативний ефект внаслідок придушення культурних рослин бур'янами, що бурхливо розвиваються на добривому полі¹²⁷⁸.

Сидеральні проміжні культури грають істотну роль сівозміні як спосіб придушення бур'янів. Цьому сприяють як своєчасна обробка ґрунту, так і поліпшення умов для проростання насіння бур'янів під пологом сидератів з подальшим придушенням і знищенням при заоранні зеленого добрива.

Так, на суглинистих ґрунтах Підмосков'я пожнивні сидерати за рахунок посилення конкурентних взаємин культурних рослин та шкідливих організмів знижували засміченість основних культур сівозміні на 30–61 %, ураженість зернових кореневими гнилями та гельмінтоспориозом – на 25–30 %¹²⁷⁹.

У Білоруському НДІ землеробства та кормів встановили високу конкурентну здатність редьки олійної та ріпаку ярого по відношенню до бур'янів, особливо багаторічним, що проявляється за рахунок алелепатичного впливу кореневих виділень капустяних культур на такий злісний бур'ян, як пирій повзучий. Проте А.М.Гродзинський¹²⁸⁰ вважає, що у капустяних (ріпаку, редьки олійної та інших) немає прямого впливу щодо «культурна рослина – бур'яни», а є лише непряме, яке проявляється через діяльність мікроорганізмів.

Дослідження В.Г. Лошакова¹²⁸¹ показали, що водна витяжка із зеленої маси гірчиці білої, що застосовується як пожнивний сидерат, інгібує на проростки насіння найбільш поширених бур'янів.

Відомі також дослідження, які показали, що беззмінні посіви та насичення сівозміні зерновими до 83% супроводжуються високим ступенем ураження

¹²⁷⁶ Лошаков В.Г., Иванов Ю.Д., Синих Ю.Н. Продуктивность зерновых севооборотов при использовании зеленого удобрения. Доклады ТСХА. 1997. Вып. 3. С. 3-20.

¹²⁷⁷ Волынская В.П. Использование донника на сидерат. Земледелие. 1997. №6. С. 20-21.

¹²⁷⁸ Прянишников Д.Н. Общие вопросы земледелия и химизации. Изб. соч. Т. 3. М.: Колос, 1965. 639 с.

¹²⁷⁹ Лошаков В.Г. Промежуточные культуры – фактор экологически чистого земледелия. Аграрная наука. 1994. №6. С. 24-26.

¹²⁸⁰ Гродзинский А.М. Экспериментальная аллелопатия. К.: Наукова думка, 1987. 452 с.

¹²⁸¹ Лошаков В.Г. Промежуточные культуры – фактор экологически чистого земледелия. Аграрная наука. 1994. №6. С. 24-26.

рослин ячменю та озимої пшениці хворобами корневих гнилей, що викликаються грибами *Helminthosporium*, *Fusarium*. Заорювання зеленого добрива знижувала ураженість рослин у 1,5–2 рази, запобігаючи недобору врожаю від хвороб рослин. Це пов'язано з тим, що зелена маса сидератів викликає бурхливий розвиток сапрофітної мікрофлори, що прискорює мінералізацію рослинних залишків – основного субстрату, на якому розвиваються збудники хвороб кореневої гнилі, цвілі та інших. Крім того, при заоранні зеленої маси у ґрунті у кілька разів зростає кількість актиноміцетів, які є антагоністами ґрунтових фітопатогенів¹²⁸².

Цікаві результати проведених в Україні досліджень впливу зеленого добрива (редьки олійної та гірчиці) на зміну популяції бурякової нематоди. Кореневі виділення цих культур стимулювали вихід личинок з цист у ранній весняний період, і за недостатньої суми активних температур де вони могли досягти статевозрілої стадії і дати нове покоління, рахунок чого щільність їх популяції знижувалася на 30–60 %.

Поліпшення умов зростання та розвитку рослин при заоранні зеленого добрива підвищувало врожайність усіх сільськогосподарських культур. За узагальненими даними вітчизняної та зарубіжної літератури, збільшення врожаю від сидерації становлять: зернових культур – 0,4–1,5 т/га, картоплі – 5,0–9,0, цукрових буряків – 5,0–14,0, зерна кукурудзи – 0,9–1,3, гречки – 0,6–1,0, рису 0,6–1,2 т/га.

Результати багаторічних досліджень МСГА ім. К.А. Тимірязєва в учгоспі «Михайлівське» показали, що пожнивне зелене добриво (гірчиця біла) на дерново–підзолистих середньосуглинистих ґрунтах як у чистому вигляді, так і в поєднанні із соломою збільшувало продуктивність польових сівозмін на 17–20 %. При заоранні зеленої маси пожнивної гірчиці (15–20 т/га) врожайність картоплі підвищувалася на 49,8%, ячменю – на 50,5%, вівса – на 51,2%, зеленої маси вика–вівсяної суміші – на 34%.

Розробка екологічно безпечних ресурсозберігаючих технологій обробітку польових культур та підвищення родючості ґрунту нерозривно пов'язана з біологізацією землеробства та енергозбереженням, важливою ланкою якого є використання зеленого добрива у поєднанні із соломою.

Це вимагатиме від сільськогосподарських виробників науково обґрунтованої зміни структури посівних площ з урахуванням введення до схем сівозміни проміжних культур на зелене добриво та використання як добрива соломи зернових.

Разом з тим, тезис про те, що зелене добриво – найважливіше джерело азоту в ґрунті визнається практично всіма вченими. Водночас Д. М. Прянишников, разом із позитивним ефектом застосування зелених добрив на піщаних та бідних на азот і органічні речовини ґрунтах, відзначає, що в чорноземній смузі, де ґрунти багаті азотом, зелені добрива можуть навіть

¹²⁸² Лошаков В.Г. Промежуточные культуры – фактор экологически чистого земледелия. Аграрная наука. 1994. №6. С. 24-26.

давати негативний результат, тому що за нормальної культури землеробства вони зазвичай не потребують азоту або він має не першочергове значення. Тому за цих умов їх головне значення нівелюється і проявляються лише негативні сторони: використання вологи, перехід елементів живлення з легкодоступних форм у зв'язані в органічні сполуки¹²⁸³. За результатами досліджень Полтавського дослідного поля зроблено висновок, що на чорноземних ґрунтах зелене добриво не тільки не замінює гній, а навіть знижує врожай озимих культур¹²⁸⁴.

Незначний вплив сидерального добрива на вміст гумусу пояснюється тим, що під час інтенсивного розкладання зеленої маси молодих рослин, які багаті легкорозчинними поживними речовинами і азотом (бобові), але бідні лігніном, у формі гумусу в ґрунті закріплюється тільки незначна частина азоту¹²⁸⁵. Новоутворений гумус не компенсує його втрат, що виникають під час землеробського використання ґрунту. Дослідженнями із застосуванням ізотопів показано, що за розкладання свіжої рослинної речовини ґрунтово-біологічні процеси активізуються настільки, що це навіть викликає втрату існуючих запасів гумусу ґрунту.

Аналізуючи аргументи на користь підвищення вмісту в ґрунті гумусу від внесення зелених добрив, А. Разінгер¹²⁸⁶ підкреслює умовність такої дії. Так, за його даними, навіть за неодноразового застосування зелених добрив не спостерігається достовірного підвищення вмісту гумусу в ґрунті. На його думку, органічні речовини зелених добрив, насамперед, підвищують біологічну активність ґрунтів, тобто активізують обмін органічних речовин, що в свою чергу сприятливо впливає на вміст у ґрунті поживних речовин, його структуру та інші показники.

Дослідженнями, проведеними К. І. Довбанем^{1287 1288} у тривалих стаціонарних дослідах на дерново-підзолистому ґрунті Білорусі, підтверджено збільшення вмісту гумусу і загального азоту у верхніх шарах ґрунту за використання на сидерат люпину. Встановлено, що без внесення мінеральних добрив не відбувається накопичення гумусу, але тільки в тому випадку, якщо в ґрунт заороблювали не всю рослинну масу люпину, а тільки привезену фітомасу, вирощену на іншій ділянці. Якщо ж заорювання люпину багаторічного, буркуну білого та серадели проводиться з соломною або поживними рештками покривної зернової культури, під яку підсівають

¹²⁸³ Прянишников Д. Н. Учение об удобрении. 5-е изд. Гос. изд.: Берлин, 1922. 426 с

¹²⁸⁴ Носко Б. С. Сторінки історії агрохімічних досліджень в Україні. Харків: ТОВ «Щедра садиба плюс», 2015. 292 с.

¹²⁸⁵ Рюбензам Э. Земледелие / пер. с нем. К. Рауэ. М.: Колос, 1969. 520 с.

¹²⁸⁶ Rasinger A. Die Verwendung von Gründünger, um die Bodenstruktur zu verbessern. *Praktische Landwirtschaft*. 1982. Т. 35. №7. Р. 16–18.

¹²⁸⁷ Довбан К. И. Зеленое удобрение. М.: Агропромиздат, 1990. 208 с.

¹²⁸⁸ Довбан К. И. Экологически ориентированное земледелие и перспективы его развития в Беларуси в контексте «зеленой» экономики. *Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции / сост. Н. И. Поречина. Минск: Донарит, 2012. С. 23–28.*

сидерат, то останні, виступаючи в ролі інгібітора нітрифікації, сприяють уповільненню розкладання зеленої маси сидерату і створює умови для накопичення гумусу в ґрунті.

В стаціонарному досліді Чернігівського інституту агропромислового виробництва УААН (нині Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН) рівень продуктивності сівозміни за варіантами, де застосовували сидерацію в поєднанні з мінеральними добривами, не поступався продуктивності сівозміни з внесенням гною (10 т/га) в поєднанні з мінеральними добривами¹²⁸⁹.

Отже, прослідковується можливість заміни гною сидератами без зниження продуктивності сівозміни. За даними О.М. Бердникова¹²⁹⁰, застосування сидератів (люпин, райграс, капуста та ін.) у поєднанні з вапнуванням, гноєм і мінеральними добривами у 8-пільній сівозміні в умовах дерново-підзолистих ґрунтів Полісся значно поліпшує агрохімічні показники не тільки орного, а й підорного шару, що забезпечує розширене відтворення ґрунтової родючості. Після сидерації вміст гумусу шарі ґрунту в 0–30 см зростав з 2,16 % (вихідний стан) до 2,24 % у варіанті без добрив. Застосування мінеральних добрив (N₆₀P₆₀K₆₀) під сидерат підвищувало цей показник на 0,11 %. У підорному шарі теж спостерігали тенденцію до зростання вмісту органічної речовин¹²⁹¹.

Певну частку органічних сполук рослини залишають у педосфері вже під час вегетації за рахунок відмерлих частин вегетативних органів, регенерації корневих систем, корневих виділень та сприяння інтенсифікації мікробіологічних процесів¹²⁹².

У дослідженнях М. О. Предоляка¹²⁹³ проведених на чорноземі типовому, встановлено, що у відтворенні гумусового стану ґрунту за його інтенсивного сільськогосподарського використання беруть участь рослинні рештки, кількість яких залежить від біологічних особливостей культур та удобрення. Негуміфікована біомаса сидератів сильніше сприяє поповненню кореневмісного шару органічними речовинами, ніж гній, оскільки містить легкогідролізовані сполуки, які швидше включаються в гумосоутворювальні процеси.

¹²⁸⁹ Бердніков О. М., Никитюк Ю. А. Роль сидерації в сучасному землеробстві. Вісник аграрної науки. 2004. № 3. С. 12–15.

¹²⁹⁰ Бердников А. М. Зеленое удобрение – биологизация земледелия, урожай : Чернигов: Черниговское НПО «Элита», 1992. 191 с.

¹²⁹¹ Салтановська О. П. Зміна родючості сірого лісового ґрунту Правобережного Лісостепу за різної інтенсивності його використання та сидерації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.03. Київ, 2011. 22 с

¹²⁹² Cheng W., Kuzyakov Y. Root effect on soil organic matter decomposition. Roots and soil management: interactions between roots and the soil: agronomy monograph no 48 / eds. Zobel R. and Wright S. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, 2005. P. 119–143.

¹²⁹³ Предоляк М. О. Гумусний стан і біологічна активність чорнозему типового Правобережного Лісостепу за різної інтенсивності його використання: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук. Київ, 2011. 19 с.

Сидеральний пар знижує кислотність ґрунту і рухомість алюмінію, забур'яненість полів, підвищує буферність, поліпшує структуру ґрунту, збільшує життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів^{1294 1295}. Їх вирощування запобігає втратам елементів живлення внаслідок ерозії та міграції по профілю ґрунту¹²⁹⁶.

Разом з тим, глибоке заорювання зеленої маси сидеральних небобових культур на сильно ущільнених і/або перезволожених ґрунтах через відсутність дренажу чи глибокого розпушування різко інтенсифікує розвиток глейових процесів і, як наслідок, підкислення ґрунтового середовища¹²⁹⁷.

Важливо в систему чергування культур включити сівбу буркуну, який здатний «перекачувати» кальцій з нижніх горизонтів ґрунту в верхні, а також інші макро– і мікроелементи. За рахунок цього знижується кислотність та зростає родючість ґрунту¹²⁹⁸.

На лесових ґрунтах розвиток кислотних процесів слід скерувати у напрямі поступової реградації верхніх горизонтів посиленням процесів висхідної міграції карбонатів кальцію. Пошук ефективних фітобіологічних «насосів» перекачки кальцію, як «стража родючості», з карбонатного підґрунтя у кореневмісний шар ґрунту слід віднести до актуальних і перспективних інноваційних способів хімічної меліорації ґрунтів. Сприяють процесу висхідної вертикальної міграції карбонатів бобові культури з добре розвинутою стрижневою кореневою системою, які повинні стати обов'язковим компонентом сівозміни¹²⁹⁹.

За даними В. Ф. Кормиліцина¹³⁰⁰, сидерати більше, ніж гній, сприяють поліпшенню фізичних властивостей ґрунту: підвищують вміст водостійкості структури, збільшують пористість і вологоємність, зменшують ущільненість не тільки орного, а й підорного шарів за рахунок біодренажу кореневою системою.

¹²⁹⁴ Галеева Л. П. Сохранение плодородия выщелоченных черноземов с помощью сидератов. Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем. Иркутск, 2006. С. 491–494.

¹²⁹⁵ Муха В. Д. Кальций и плодородия черноземов. Земледелие. 2002. № 1. С. 11–13.

¹²⁹⁶ Господаренко Г. М. Еколого-агрономічне значення сидеральних парів. «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства»: збірник тез III Міжвузівської наукової конференції з міжнародною участю. Умань, 2012. С. 23–26.

¹²⁹⁷ Балюк С. А., Трускавецький Р. С., Ромашенко М. І. Сучасна парадигма, систематика та проблеми інноваційного розвитку меліорації земель. Агрохімія і ґрунтознавство. Між. темат. наук. зб.. Спец. вип. Книга 1. Пленарні доповіді. Харків: ТОВ «Смуґаста типографія», 2014. С. 24–38.

¹²⁹⁸ Глущенко Л. Д., Кохан А. В., Бреґеда С. Г. [та ін.] Шляхи зупинення деградації ґрунтів Полтавської області. Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тем. наук. зб. Спец. вип. Книга 3. Охорона ґрунтів від ерозії і техногенного забруднення, рекультивация, агрохімія, біологія ґрунтів. Харків: ТОВ «Смуґаста типографія», 2014. С. 148–149.

¹²⁹⁹ Балюк С. А., Трускавецький Р. С., Ромашенко М. І. Сучасна парадигма, систематика та проблеми інноваційного розвитку меліорації земель. Агрохімія і ґрунтознавство. Між. темат. наук. зб.. Спец. вип. Книга 1. Пленарні доповіді. Харків: ТОВ «Смуґаста типографія», 2014. С. 24–38.

¹³⁰⁰ Кормилицын В. Ф. Развивать сидерацию в Поволжье. Земледелие. 1999. № 1. С. 28.

Сидерати володіють специфічною біологічною активністю у відношенні до бур'янів, зменшуючи їх кількість та негативну дію^{1301 1302 1303}.

У лабораторному досліді з вивчення впливу водних витяжок із зеленої маси гірчиці білої на проростки і схожість деяких поширених бур'янів встановлено пригнічення проростків і зниження схожості гірчаку на 30 %, а 34 таких бур'янів, як ромашка непахуча, щиріця звичайна – на 70–80 %. Отже, заорювання сидератів очищає ґрунт від бур'янів на самому початку їх розвитку – під час проростання¹³⁰⁴.

Загорнута зелена маса в ґрунт поліпшує поживний режим, водні, теплові і повітряні властивості ґрунту. Останнє є надзвичайно важливим для озимини на оглеєних ґрунтах, тому що поліпшення аерації підвищує насамперед водопроникність кореневмісного шару та його зволоження. Це також перешкоджає утворенню льодової кірки на озимих. Ті самі чинники прискорюють весняне розмерзання ґрунту, запобігають водній ерозії, створюють оптимальний поживний режим для рослин, що прискорює їх досягання та підвищує врожай. Деякі сидерати (суріпиця, гірчиця, гречка) є медоносними рослинами, тому, крім відновлення родючості ґрунтів, вони суттєво збагачують кормову базу бджільництва¹³⁰⁵.

На землях, що охороняються від дефляції, чисті пару потрібно за можливості замінювати сидеральними парам. В дефляційно небезпечних регіонах підбір сільськогосподарських культур необхідно здійснювати так, щоб якомога більша частка земель більший проміжок часу була надійно закрита рослинністю (рослинними рештками)¹³⁰⁶.

Суттєвим є те, що сидеральні пару доцільно застосовувати не тільки на бідних ґрунтах легкого гранулометричного складу за достатнього зволоження (в Поліссі України), а й на важких за гранулометричним складом ґрунтах¹³⁰⁷.

Коефіцієнт засвоєння рослинами азоту в перший рік дії сидератів, особливо за раннього заробляння, в 2–2,5 рази вище підстилкового гною і сягає 50 %¹³⁰⁸.

¹³⁰¹ Возняковская Ю. М., Попова Ж. П., Баскакова Г. П. Факторы, обуславливающие фитотоксичность почвы на начальном этапе разложения в ней зеленых удобрений. Бюллетень ВНИИ с.-х. микробиологии. Ленинград, 1989. № 40. С. 3–6.

¹³⁰² Возняковская Ю. М., Попова Ж. П., Новиков М. Н., Тужилин В. М. Сидераты как фактор биологизации земледелия. Земледелие. 1999. № 1. С. 44–49.

¹³⁰³ Рахметов Д. Б., Горобець С. О. Алелопатична роль альтернативних сидеральних культур у функціонуванні агрофітоценозів. Вісник аграрної науки. 2000. № 10. С. 20–24.

¹³⁰⁴ Лошаков В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны М.: Россельхозиздат, 1980. 133

¹³⁰⁵ Артеменко В. Сидерати. Їм відроджувати колишню славу українських земель. Пропозиція. 2003. № 6. С. 36–38.

¹³⁰⁶ Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні: монографія / за ред. С. А. Балюка та Л. Л. Товажнянського. Харків : НТУ «ХПІ», 2010. 460 с.

¹³⁰⁷ Бутило А. П. Землеробство в плодоовочівництві і виноградарстві: Посібник. Вінниця: ПП «ГД «Едельвейс і К», 2013. 568 с.

¹³⁰⁸ Алексеев Е. К. Зеленое удобрение в СССР. М.: Сельхозгиз, 1948. 470 с.

Зелені добрива можна розглядати як оптимальніше джерело збагачення ґрунту доступним азотом¹³⁰⁹. Багаті на азот рослинні рештки використовують для подолання дефіциту мінерального азоту¹³¹⁰.

Внесення в ґрунт свіжої органічної речовини стимулює накопичення азоту в мікробній біомасі та є важливою умовою збільшення його потенціально мінералізаційних запасів. Розміри асиміляції мікроорганізмами азотовмісної біомаси багаторазово перевищують його мінералізовану кількість. Внесення фітомаси з вузьким (50) відношенням С : N зумовлює накопичення тільки азоту мікробної біомаси. Засвоєний мікроорганізмами азот фітомаси постійно піддається мінералізації, реімобілізації та стабілізації¹³¹¹.

Введення в структуру сівозміни сидерального пару, насиченого культурами–азотфіксаторами, дає змогу на 25–30 % зменшити внесення мінеральних азотних добрив¹³¹². Так, встановлено, що рівноцінні врожаї картоплі й кукурудзи одержано за внесення $N_{90}P_{90}K_{120}$ і $N_{45}P_{90}K_{120}$ на фоні 30 т/га гною та поєднання останнього з сівбою сидерату (люпин вузьколистий). Реальна економія азотних добрив становить 45 кг/га д. р.¹³¹³.

Одним з основних стримувальних чинників широкого впровадження сидеральних парів є проблема вологозабезпеченості ґрунтів¹³¹⁴.

Негативна роль зелених добрив може проявлятися через те, що покривні культури, використовуючи вологу для формування своєї біомаси, знижують вологість ґрунту для наступних культур. Також втрата вологи відбувається при оранці поля під час заробки сидератів¹³¹⁵.

Рослинні рештки не ключові чинники підвищення ефективності використання вологи, а лише окремі компоненти системи. Підвищення ефективності інтенсифікації вирощування сільськогосподарських культур обумовлено не збільшенням об'єму накопичення вологи, а тим, що в період літнього пару волога не втрачається випаровуванням, а використовується парозаймаючими культурами¹³¹⁶.

Разом з тим, на Великих рівнинах США проміжна озима культура, що вирощувалася для контролю за бур'янами, знижувала врожайність пшениці

¹³⁰⁹ Azam F., Malik K. A., Sajjad M. I. Transformation in soil and availability to plants of 15N applied as inorganic fertilizer and legume residues. *Plant and Soil*. 1985. V. 86. P. 3–13.

¹³¹⁰ Kuo S., Sainju U. M. Nitrogen mineralization and availability of mixed leguminous and non-leguminous cover crop residues in soil. *Biol. Fertil. Soils*. 1998. V. 26. P. 346–353.

¹³¹¹ Накопление азота в микробной биомассе серой лесной почвы при разложении растительных остатков / Т. В. Кузнецова и др. *Агрохимия*. 2003. № 10. С. 3–12

¹³¹² Писаренко В. М. Основні напрями інтегрованого захисту рослин в умовах органічного землеробства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2008. № 4. С. 14–18.

¹³¹³ Синельник Л. Сидеральные культуры и современное земледелие *Зерно*. 2007. № 11. С. 23–30.

¹³¹⁴ Серединський С. М. Критерії відбору сидеральних культур для Західного Лісостепу / С. М. Серединський, І. С. Борщак. *Агроекологічний журнал*. 2007. № 4. С. 52–56.

¹³¹⁵ Доминанта почвы. Баланс гумуса и питательных веществ в севооборотах с сидеральными и занятыми парами / Цандур Н. та ін. *Зерно*. 2013. № 12. С. 29–30.

¹³¹⁶ Петерсон Г. Богарное земледелие. *Зерно*. 2013. № 12. С. 50–57.

озимої через надмірну кількість використаної води. Вирощування на зелене добриво проміжної ярої культури не впливало на врожайність за умови її вегетації до шести тижнів¹³¹⁷.

До кращих попередників пшениці озимої відносять: чистий, занятий і сидеральний пару, а серед непарових попередників: горох, люцерну, кукурудзу на зелений корм і силос, соя ранніх сортів досягання¹³¹⁸.

У Лісостепу врожай озимини після вики, зібраної на зелений корм або на сіно не поступається врожаю після чистих парів¹³¹⁹.

Водночас чистий пар доцільно мати на сильно забур'яненних, особливо багаторічними бур'янами полях, а також у засушливих районах Степової зони України після соняшнику чи повторного вирощування ярих зернових¹³²⁰.

Сидерати позитивно впливають на перезимівлю зернових культур через активізацією їх фунгістазіса, що обмежує грибні хвороби рослин, зокрема снігову плісняву.

Так, за повідомленням М. Н. Новикова та ін.¹³²¹ в одному із років їх досліджень у варіантах без сидерату посіви озимих повністю загинули від снігової плісняви, а після буркунового пару – збереглися на 80–100 %. На чорноземі звичайному в якості сидеральних культур використовували горох, жито озиме, гречку, ріпак ярий, соняшник. Всі види зелених добрив щодо чистого неудобреного пару підвищували вихід зерна в ланці сівозміни: пар–пшениця озима–кукурудза на зерно–ячмінь ярий на 0,11–0,48 т/га, а за збором кормових одиниць – на 0,30–0,93 т/га. При цьому ланки сівозміни з гороховим і житнім сидеральним паром за продуктивністю не поступалися ланці з угноєним (40 т/га) чистим паром¹³²².

У районах з нестійким зволоженням ефективність зелених добрив істотно залежить від погодних умов. У посушливі роки ефект від них незначний, у вологі він проявляється в сівозміні на першій, другій і навіть третій культурі після пару. Додатковий збір зерна в такі роки сягає 0,79 т/га¹³²³.

С.Ф. Третьяков¹³²⁴ встановив ефективність вирощування у сівозмінах посушливого Лісостепу України парів, зайнятих кормовими травами, вико–

¹³¹⁷ Андерсон Р. Методы обработки почвы, севообороты и сорняки. Зерно. 2013. № 1. С. 55–64.

¹³¹⁸ Види на рекорд / С. Крамарев и др. Зерно. 2012. № 12. С. 44–56.

¹³¹⁹ Клиша А., Кулініч О. Вика яра (горошок). The Ukrainian Farmer. 2013. № 6 (46). С. 66.

¹³²⁰ Бутило А. П. Землеробство в плодоовочівництві і виноградарстві: Посібник. Вінниця: ПП «ГД «Едельвейс і К», 2013. 568 с.

¹³²¹ Новиков М. Н., Тамонов А. М., Фролова Л. Д., Ермакова Л. И. Сидераты в земледелии Нечерноземной зоны // Агрехимический вестник. 2013. № 4. С. 20–26.

¹³²² Котлярова О. Г., Черенков В. В. Накопление органического вещества сидеральными культурами и поступление питательных веществ в почву при их запашке. Агрехимия. 1998. № 12. С. 15–19.

¹³²³ Максютлов И. А., Кремер Г. А. Сидераты защищают почву от эрозии и повышают плодородие. Земледелие. 1997. № 2. С. 27–28.

¹³²⁴ Коваленко Н. П. Особистість С. Ф. Третьякова у формуванні наукових основ сівозмін у сучасному екологічному землеробстві. Особистість С. Ф. Третьякова в формуванні

вівсяною сумішкою, люцерною, еспарцетом. Наголошував на обов'язковості їх введення в структуру посівних площ, значенні цих культур у сівозмінах для збереження та підвищення родючості ґрунту і екологічного стану довкілля.

На відміну від гною та інших органічних добрив, застосування сидератів позитивно впливає на родючість ґрунту не тільки в тому шарі, куди зароблена удобрювальна маса, але і глибше. Це досягається за рахунок дії їх коренів, які після розкладання в ґрунтовій товщі утворюють отвори та поліпшують повітряно-водні властивості ґрунту (біодренаж). Оскільки підорні шари (глибше 35 см) не руйнуються знаряддями обробітку і будова їх не порушується, підвищення родючості в них зберігатиметься тривалий час¹³²⁵.

Сидеральним парам також належить першочергове значення в системі протиерозійних заходів: вони гасять енергію рясних дощів, знижують і затримують потік дощової або снігової води¹³²⁶.

Жодна з технологій боротьби з ерозійними процесами не конкурентна з вегетуючими рослинним покривом¹³²⁷.

Сидерати, як попередники пшениці озимої, створюють умови для підвищення її врожаю за умови застосування повного мінерального добрива в основне удобрення ($N_{60}P_{60}K_{60}$) або у весняне підживлення азотними добривами (N_{30}). На інтенсивнішому фоні не завжди є можливість одержання прибавки врожаю через часткове вилягання рослин¹³²⁸.

Додаткове внесення мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) у варіанті із люпиновим сидератом не забезпечило істотного підвищення врожайності культур. Це свідчить про те, що в біомасі люпину було і без мінеральних туків достатньо поживних речовин для прямої дії і післядії зеленого добрива^{1329 1330}. На чорноземі типовому в чотирипільній зерно-буряковій сівозміні, попередником пшениці озимої сидеральним паром був еспарцет, підсіяний під

засад сучасного екологічного землеробства : мат. між. наук.-практ. конференції присвяченої С. Ф. Третьякову 13–14 травня 2014 року / За ред. А. В. Кохан, І. В. Колісник. Полтава, 2014. С. 46–47.

¹³²⁵ Голубев В. Д. Зеленое удобрение в орошаемом земледелии Поволжья: автореф. дис. на соискание уч. степени докт. с.-х. наук. Саратов, 1965. 34 с.

¹³²⁶ Перспектива впровадження технологій з використанням сидеральних культур / В. В. Кириченко та ін. Посібник українського хлібороба. 2009. С. 204–207.

¹³²⁷ Довбан К. И. Экологически ориентированное земледелие и перспективы его развития в Беларуси в контексте «зеленой» экономики. Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции / сост. Н. И. Поречина. Минск: Донарит, 2012. С. 23–28.

¹³²⁸ Колісник В. І. Урожай і якість зерна у сортів озимої пшениці при вирощуванні на сидеральних парах. Селекція і насінництво 2008. Вип. 95. С. 230–247.

¹³²⁹ Васильев В. А., Филиппова Н. В. Справочник по органическим удобрениям. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Росагропромиздат, 1988. 255 с

¹³³⁰ Новиков А. А., Кисаров О. П. Обоснование роли корневых и пожнивных остатков в агроценозах. Научный журнал КубГАУ. 2012 № 78 (04). URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/36.pdf>

ячмінь ярий. Це сприяло підвищенню урожаю зерна пшениці на 15 % проти контролю¹³³¹.

Сидерати підвищують врожайність не лише за рахунок дії органічних речовин, але й завдяки збільшенню водопроникності і аерації кореневмісного шару ґрунту¹³³².

Заорювання сидеральної маси гороху польового (26,2 т/га) зменшувало забур'яненість посівів і збільшувало вміст рухомих поживних речовин у ґрунті, що сприяло підвищенню врожайності пшениці озимої до 4,02 т/га за врожайності на контролі – 2,77 т/га¹³³³.

Встановлено, що сидеральні пару як попередники пшениці озимої, покращують якість продукції (об'єм хліба та його загальну хлібопекарську оцінку)¹³³⁴, а використання вики озимої як сидеральної культури в якості попередника пшениці озимої сприяє підвищенню вмісту білка в зерні¹³³⁵. Отже, застосування сидеральних парів, як попередника пшениці озимої створює сприятливий біолого-хімічний, повітряний, водний та поживний режими ґрунту, що забезпечує оптимальні умови онтогенезу наступних культур, що, в свою чергу, на прикладі пшениці озимої, призводить до підвищення урожайності зерна та його якості. Післядію сидерації упродовж трьох і більше років підтверджують дані багатьох учених^{1336 1337}. Гюнтер Кант зазначає¹³³⁸, що післядія попередників може проявлятися від двох до десяти років.

Вирощування сільськогосподарських культур на зелене добриво має велике агрономічне і економічне значення. Приорювання сидератів дозволяє відновити органічну масу ґрунту. Дієвість такого удобрення залежить насамперед від виду культури та технології її вирощування¹³³⁹. Безперечною перевагою сидерату, як покривної культури, є запобігання забур'яненості та ерозійним процесам, покращення структури ґрунту і підвищення вмісту гумусу.

¹³³¹ Мартиненко В. В. Вплив системи удобрення та способів основного обробітку на врожайність культур у сівозміні. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». – 2011. Вип. 11. С. 56–60.

¹³³² Майстернко Н. И. Эффективность сидеральных смесей под картофель. Земледелие. 2010. № 5. С. 35–36.

¹³³³ Науменко М. Д., Михалевич О. Ф. Вплив сидерації на забур'яненість полів у Західному Поліссі. Аграрна наука – виробництво. 2013. № 1. С. 8.

¹³³⁴ Колісник В. І. Урожай і якість зерна у сортів озимої пшениці при вирощуванні на сидеральних парах. Селекція і насінництво. 2008. Вип. 95. С. 230–247.

¹³³⁵ Друз'як В. Г., Робу В. Т., Кириленко В. М. Перспективи застосування сидеральних культур в сівозмінах Південного Степу. Зб. наукових праць Аграрний вісник Причорномор'я. 2008. Вип. 46. С. 77–84.

¹³³⁶ Котлярова О. Г., Черенков В. В. Накопление органического вещества сидеральными культурами и поступление питательных веществ в почву при их запашке. Агротехника. 1998. № 12. С. 15–19.

¹³³⁷ Сидеральні культури: практичні рекомендації / Антоненко С. С. та ін.; за ред. В. М. Писаренка. Полтава: Сімон, 2011. 52 с.

¹³³⁸ Кант Г. Зеленое удобрение. Пер. с нем. Б.Д. Кирюшина ; под ред. и с предисл. В. Г. Лошакова. Москва: Колос, 1982. 128 с.

¹³³⁹ Лихочвор В. В. Добривна альтернатива. Зерно. 2008. № 3. С. 62–67.

Не менш важливим є зменшення вимивання поживних речовин, активізація мікробіологічної діяльності, покращення аерації та вологоутримувальної здатності ґрунтів, переведення поживних речовин у доступні форми та запобігання пересушування орного шару в проміжках між основними культурами. Багато сидератів (люпин, буркун, гречка, серадела, фацелія, капуста) добре засвоюють з ґрунту та переводять у розчинну форму мікроелементи і фосфор¹³⁴⁰

Встановлено¹³⁴¹, що сидерація багаторічними травами позитивно впливала на поліпшення агрегатного складу ґрунту. Використання різних елементів агроландшафту під посівами люцерни мало значний вплив на структурний стан ґрунту. Сума фракцій від 0,25 до 10 мм склала 88,13%, тоді як у період, що передує посіву трав, показник становив 66,98%. Особливо важливо, що структурні агрегати ґрунту, що вийшов з-під люцерни, міцніші і менш піддаються розмиванню. Після промивання водою структурних агрегатів ґрунту з-під озимої пшениці з 54,0–59,8% залишилося 24,7–37,1%, інші були розмиті та утворили мул, а у ґрунті з-під люцерни з 67,1–81,2% залишилося 42,0–77,6%, тобто вдвічі більше. Отже, структуроутворююча дія багаторічних трав не піддається сумніву, і вона найбільше виражена на полях, де вони дають високий урожай і утворюють велику кореневу масу в орному горизонті.

У досліджах агрегатний аналіз ґрунту визначали методом Н.І. Савинова сухе просіювання. З таблиці №1 видно структурний стан ґрунту після впливу сидератів, що використовуються, змінилося на краще в порівнянні з контролем. У посівному шарі ґрунту на контролі переважали агрегати розміром більше 10мм – 23,46, а за варіантами досвіду агрегати менше 0,25мм і не більше 10мм –. У шарі 10–20см переважали агрегати 5–3мм, що й позначилося на відсотковому вмісті агрономічних цінних агрегатів після дії сидеральних культур у орному шарі ґрунту було: нут–85,22%, ріпак–82,83%, гірчиця–82,19%, еспарцет–79,6%, а контроль озима пшениця–75,26%

Вважають, що 20–30 т/га зеленої маси сидератів утворюють 0,8–1,2 т/га гумусу, що еквівалентно 8–12 т/га підстилкового гною. Вигоди від сидерації полягають: – у підвищенні урожайності сільськогосподарських культур; – зменшенні доз азоту і мінеральних добрив під наступну культуру; – підвищенні вологоємності і аерації завдяки зменшенню щільності ґрунту і збільшенню його пористості; – зниженні кількості збудників хвороб і шкідників; – запобіганні міграції біогенних елементів за кореневмісний шар ґрунту¹³⁴²

Розорювання та тривале сільськогосподарське використання в більшості випадків активізує процес трансформації органічних речовин ґрунту. Активне перемішування та розпушування орного шару, зміна характеру рослинного

¹³⁴⁰ Серединський С. М. Критерії відбору сидеральних культур для Західного Лісостепу / С. М. Серединський, І. С. Борщак. Агроекологічний журнал. 2007. № 4. С. 52–56.

¹³⁴¹ Наукові основи ефективного розвитку землеробства в господарствах України / За ред. Камінського В.Ф. Київ: «Едельвейс», 2015. 344 с.

¹³⁴² Наукові основи ефективного розвитку землеробства в господарствах України / За ред. Камінського В.Ф. Київ: «Едельвейс», 2015. 344 с.

покриву, вилучення значної частини біомаси порушує природну рівновагу між нагромадженням та мінералізацією ґрунтової органіки. Сільськогосподарське освоєння ґрунтів із високим природним вмістом та запасами гумусу досить часто супроводжується посиленням процесів мінералізації гумусу під час їх тривалого використання¹³⁴³. Найяскравішим прикладом прояву таких процесів стала проблема дегуміфікації чорноземів, на чому вже досить давно акцентують увагу вчені^{1344 1345 1346 1347 1348}. Серед факторів антропогенного впливу, пов'язаного з гумусовими станом ґрунтів, органічні та мінеральні добрива належать до найвагоміших. Добрива виявляють різнобічний вплив на процеси трансформації органічної речовини ґрунтів, змінюючи весь комплекс показників, що характеризують гумусовий стан ґрунтів¹³⁴⁹.

За даними М. М. Городнього, А. Г. Сердюка та В. П. Каленського¹³⁵⁰, післяжнивни–кореневі рештки забезпечують компенсацію втрат гумусу лише на 24–40 %. Решту втрат можна компенсувати за рахунок органічних добрив. Органічні добрива, і зокрема гній, забезпечують ефективне відновлення запасів гумусу. Хоча відомо, що процеси гуміфікації при застосуванні органічних добрив залежать від багатьох факторів: гранулометричного складу та вмісту гумусу у ґрунті, способу та глибини внесення органіки, мінеральних добрив. Як правило, нагромадження гумусу швидкими темпами відбувається іде в низькогумусних ґрунтах^{1351 1352}. Так, за даними Л. С. Любарської¹³⁵³, регулярне застосування гною підвищує вміст гумусу в слабогумусових ґрунтах на 78 %, середньогумусових – на 25 і високогумусових – лише на 5 %.

¹³⁴³ Дегодюк С. Є., Бобер Л. В., Вержбицька О. А. Вплив тривалого застосування добрив на відтворення органічної речовини сірого лісового ґрунту. Зб. наукових праць Ін-ту землеробства УААН. 2001. Вип. 3. С. 18–21.

¹³⁴⁴ Бостудаев А. П., Уланов А. К. Изменение гумусного состояния легкосуглинистой каштановой почвы при сельскохозяйственном использовании. Агрохимия. 2005. № 2. С. 21–26

¹³⁴⁵ Медведев В. В. Деградація ґрунтів – пріоритетна проблема. Вісник аграрної науки. 2001. № 9. С. 82–84.

¹³⁴⁶ Носко Б. В. Шляхи збереження чорноземів України. Вісник аграрної науки. 2003. № 1. С. 24–28.

¹³⁴⁷ Шичула М. К., Демиденко О. В. Гумусовий стан чорнозему типового в умовах Лівобережного Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2004. № 2. С. 5–13.

¹³⁴⁸ Lal R. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. Environ. pollut. 2007. № 3. 116 р.

¹³⁴⁹ Юркин С. Н., Виноградова С. В., Фисенко Л. А. Проблемы гумуса и ресурсы органических удобрений. Почвоведение. 1993. № 1. С. 62–69.

¹³⁵⁰ Городний Н. М., Сердюк А. Г., Каленський В. П. Влияние длительного применения удобрений в севообороте Лесостепи Украины на воспроизводство плодородия почв и продуктивность сельскохозяйственных культур. Натуралист. 1996. №2. С. 6–8.

¹³⁵¹ Органические удобрения. / Бацула А. А., Дегодюк Э. Г., Гамалей В. И. и др Київ : Урожай, 1988. 184 с.

¹³⁵² Носко Б. С., Медведев В. В., Чесняк Г. Я., Бацула А. А. Проблема гумуса в земледелии. Тезисы докл. Новосибирск, 1986. С. 12–14.

¹³⁵³ Любарская Л. С. О некоторых результатах исследований в длительных опытах с удобрениями. Эффективность удобрений по зонам страны. Москва, 1973. Вып. 22. С. 12–39.

Більшість учених схиляється до думки, що підвищення вмісту гумусу можна забезпечити переважно при застосуванні органо–мінеральних систем удобрення^{1354 1355}.

Органічні добрива пом'якшують негативну дію мінеральних добрив, забезпечують позитивний баланс органічних речовин, поліпшують умови гуміфікації органічних залишків. У більшості досліджень, де порівнюються мінеральна та органо–мінеральна системи удобрення, збільшення вмісту та запасів гумусу відзначається лише в органо–мінеральній системі удобрення¹³⁵⁶. Тривале сільськогосподарське використання ґрунтів без внесення добрив призводить до зниження вмісту гумусу на 20–40 % до вихідного рівня, або в кращому випадку дозволяє підтримувати вихідний вміст гумусу в ґрунті¹³⁵⁷. Тому для запобігання процесам дегуміфікації орних ґрунтів важливим заходом є застосування добрив.

За ефективністю до відновлення запасів гумусу системи удобрення можна ранжувати за рівнем ефективності: мінеральна – органічна – органо–мінеральна¹³⁵⁸. Так, за даними В. М. Польового¹³⁵⁹, застосування органічної системи удобрення із внесенням на 1 га площі сівозміни 14 т гною і соломи забезпечило за шість років зростання вмісту гумусу в орному шарі темно–сірого опідзоленого ґрунту від 1,91 до 1,95 %, тоді як за мінеральної системи удобрення його вміст навіть зменшився. Не менш важливим наслідком тривалого сільськогосподарського використання і внесення добрив, як зміна вмісту й запасів гумусу, виступає зміна його групового та якісного складу. Дослідження, проведені в різних ґрунтово–кліматичних умовах, засвідчують, що як сільськогосподарське освоєння, так і регулярне застосування органічних та мінеральних добрив, меліорантів супроводжується зміною якісного складу гумусу. Сільськогосподарське використання призводить насамперед до трансформації найбільш лабільної частини ґрунтової органіки та рослинних залишків¹³⁶⁰.

¹³⁵⁴ Дегодюк Э. Г. Роль системы удобрения в стабилизации урожая сельскохозяйственных культур. Устойчив. земледелия: проблемы и пути решения. Київ : Урожай, 1993. С. 113–114.

¹³⁵⁵ Панников В. Д., Минеев В. Г. Почва, климат, удобрение и урожай. Москва : Колос, 1977. 412 с

¹³⁵⁶ Веремєнко С. І., Троцюк В. С., Івашенюта Т. М. Баланс гумусу дерново–карбонатних ґрунтів в умовах застосування різних систем удобрення. Вісник ІДУВГП. 2000. Вип. 5 (18). Ч. 2. С. 12–20.

¹³⁵⁷ Лазурський О. В. Гній і мінеральні добрива у польових сівозмінах. Київ : Урожай, 1972. 218 с

¹³⁵⁸ Манєєв В. Г. Агрохимия и биосфера. Москва : Колос, 1984. 246 с

¹³⁵⁹ Польовий В. М. Зміна гумусового стану і поживного режиму темно–сірого опідзоленого ґрунту за різних систем удобрення. Матеріали міжнародної наукової конференції. Житомир, 2005. С. 66–69

¹³⁶⁰ Гринченко Т. А. Закономерности развития почвенных режимов и свойств почв Нечерноземья УССР в условиях интенсивного земледелия: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: спец. 06.01.03. Харьков, 1986. 34 с

При цьому підвищення темпів мінералізації гумусу супроводжується збільшенням частки лабільних форм гумусу. Регулярне застосування мінеральних і органічних добрив також сприяє підвищенню вмісту рухомих форм гумусу. За М. Н. Кулагіною¹³⁶¹, підвищення рухомих форм гумусу спостерігається при всіх досліджуваних системах удобрення, проте більший ефект відзначено при органо–мінеральній системі. Регулярне застосування добрив супроводжується і зміною групового складу гумусу. За органо–мінеральної системи їх застосування переважно відбувається збільшення частки гумінових кислот, зростає ступінь гуміфікації органічних речовин, розширюється співвідношення СГК:СФК¹³⁶².

На думку деяких вчених, мінеральна система удобрення підвищує рухомість гумусу, збільшує частку останнього, зв'язаного з півтораоксидами, знижуючи зв'язану з кальцієм¹³⁶³.

Як показують дослідження М.О. Клименко та ін.¹³⁶⁴, біологічна активність ґрунтів значною мірою залежить від внесення добрив і, в першу чергу, органічних. Застосування мінеральних добрив не призводить до росту більшості показників біологічної активності ґрунтів, а також негативно відображається на розвитку мікроорганізмів. Лише органо–мінеральна система удобрення забезпечує стійке підвищення біогенності ґрунтів та позитивні зміни видового складу мікроорганізмів: зростає чисельність азотфіксуючих бактерій. Фізичні процеси, що відбуваються у ґрунті, надзвичайно важливі для ґрунтової родючості. Встановлено, що мінеральні добрива стимулюють розвиток культур, сприяючи підвищенню вмісту органічної речовини в ґрунті й тим самим побічно впливаючи на його фізичні властивості. Органічні добрива виявляють пряму дію на фізичні властивості ґрунту, поліпшуючи їх¹³⁶⁵.

Встановлено, що сидерація впливає на алелопатичну активність ґрунту. Так, вивчення алелопатичної активності ґрунту виявило, що в процесі розкладання зеленої маси редьки олійної та гірчиці білої в обох концентраціях має місце стимуляція біотес–тів, особливо протягом 2–ї вегетації. Спільне застосування сидератів покращувало алело–патичний стан ґрунту на 2–й рік проведення дослідів (табл.).

Серед неспецифічних органічних речовин ґрунту важливе місце займають фенолкарбонові кислоти, які можуть утворюватися при розкладанні рослинних

¹³⁶¹ Кулагина М. Н. Влияние удобрений на мобильные формы органического вещества некоторых сибирских почв. Тезисы докл. 8 Всес. съезда почвоведов. Новосибирск, 1989. Кн. 3. 36 с.

¹³⁶² Нікіфоренко Л. І., Предко О. І. Процеси гумусотворення і гумусовий стан ґрунту залежно від систем удобрення в сівозміні. Землеробство. 1995. Вип. 70. С. 3–11.

¹³⁶³ Сеньків Г. Й., Петрунів І. І. Вапнування – шлях підвищення продуктивності ґрунтів. Поради сільському господарю. Львів-Оброшино, 1999. С. 10–11.

¹³⁶⁴ Клименко М. О., Веремеєнко С. І., Мороз О., Польовий В. М. Оцінка рівня біологічної активності ґрунтів Західного Полісся України. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2001. Вип. 20. С. 38–43

¹³⁶⁵ Благовещенская З. К. и др. Земледелие без химизации. / Химизация сельского хозяйства. 1990. № 9. С. 48–54.

тканин шляхом мікробної деградації лігніну. Вони визначають ступінь гуміфікації ґрунту і є алелопатично активними речовинами^{1366 1367 1368}. Спостерігали збільшення вмісту фенолкарбонових кислот у ґрунті дослідних варіантів у 1,2–1,7 разу порівняно із контролем через 6 міс після внесення негуміфікованої органічної речовини, переважно за рахунок ферулової та кумарових кислот (табл. 2.99)¹³⁶⁹.

Таблиця 2.99

Алелопатична активність ґрунту при внесенні різних доз негуміфікованої органічної речовини (приріст коренів крес–салату, % до контролю) (M ± m)¹³⁷⁰

Варіант	Кількість місяців після внесення органічної речовини					
	1	3	6	12	14	17
Ґрунт + гірчиця біла (5%)	117,9 ± 3,54	113,2 ± 3,40	84,3 ± 2,53	115,1 ± 3,45	116,1 ± 3,48	137,9 ± 4,14
Ґрунт + гірчиця біла (2,5%)	102,0 ± 3,06	112,6 ± 3,38	76,7 ± 2,30	120,8 ± 3,62	105,4 ± 3,16	137,9 ± 4,14
Ґрунт + редька олійна (5%)	112,6 ± 3,38	103,4 ± 3,10	89,9 ± 2,70	134,9 ± 4,05	154,4 ± 4,63	147,7 ± 4,43
Ґрунт + редька олійна (2,5%)	101,3 ± 3,04	107,5 ± 3,22	87,4 ± 2,62	131,1 ± 3,93	149,0 ± 4,47	134,1 ± 4,02
Ґрунт + гірчиця біла (2,5%) + редька олійна (2,5%)	93,4 ± 2,80	98,9 ± 2,97	86,2 ± 2,59	121,7 ± 3,65	127,5 ± 3,82	130,3 ± 3,91

¹³⁶⁶ Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление: Избр. тр. К.: Наук. думка, 1991. 432 с.

¹³⁶⁷ Поспишил Ф., Цвикрова М., Грубцова М., Шинделарова М. Растворимые фенольные и гуминовые вещества почв и их влияние на общий метаболизм у растений. Рост растений и дифференцировка. М.: Наука, 1981. С. 150-162.

¹³⁶⁸ Blum U. Fate of phenolic allelochemicals in soils — the role of soil and rhizosphere microorganisms. Allelopathy: chemistry and mode of action of allelochemicals. CRC Press, 2004. P. 57-76.

¹³⁶⁹ Павлюченко Н.А. Застосування негуміфікованої органічної речовини як засіб регулювання алелопатичного режиму. Інтродукція рослин. 2011. № 4. С. 62-66.

¹³⁷⁰ Павлюченко Н.А. Застосування негуміфікованої органічної речовини як засіб регулювання алелопатичного режиму. Інтродукція рослин. 2011. № 4. С. 62-66.

Вміст фенолкарбонових кислот у ґрунті через 6 міс після внесення негуміфікованої органічної речовини, мг/кг ($M \pm m$)¹³⁷¹

Кислота	Варіант					
	Контроль (ґрунт сири́н-гарію)	Ґрунт + гірчи́ця біла (5%)	Ґрунт + гірчи́ця біла (2,5%)	Ґрунт + редька олі́йна (5%)	Ґрунт + редька олі́йна (2,5%)	Ґрунт + гірчи́ця біла (2,5%) + редька олі́йна (2,5%)
Ферулова	6,4 ± 0,26	9,0 ± 0,36	8,6 ± 0,34	9,7 ± 0,39	10,1 ± 0,40	7,8 ± 0,31
п-Кумарова (транс-)	9,0 ± 0,36	14,0 ± 0,56	13,6 ± 0,54	14,5 ± 0,58	12,9 ± 0,52	11,3 ± 0,45
п-Кумарова (цис-)	5,3 ± 0,21	10,7 ± 0,43	10,1 ± 0,40	13,3 ± 0,53	9,8 ± 0,39	8,0 ± 0,32
о-Кумарова	7,0 ± 0,28	11,7 ± 0,47	9,0 ± 0,35	12,1 ± 0,48	10,8 ± 0,43	9,1 ± 0,36
Сирингова	3,2 ± 0,13	5,8 ± 0,23	5,0 ± 0,20	4,7 ± 0,19	6,0 ± 0,24	4,0 ± 0,16
Ванілінова	4,9 ± 0,20	6,6 ± 0,26	6,2 ± 0,25	7,1 ± 0,28	5,5 ± 0,22	5,1 ± 0,20
п-Оксибензойна	4,7 ± 0,19	5,5 ± 0,22	5,7 ± 0,23	6,5 ± 0,26	6,4 ± 0,26	5,2 ± 0,21
Разом	40,5 ± 1,62	63,3 ± 2,53	58,2 ± 2,33	67,9 ± 2,72	61,5 ± 2,46	50,5 ± 2,02

Через 17 міс розкладання зеленої маси кількість фенолкарбонових кислот у ґрунті знизилася в 1,7–2,0 рази. Зменшувався переважно вміст кумарових кислот. Водночас концентрація фенолкарбонових кислот у контрольному варіанті залишалася майже незмінною, що свідчить про важливу роль сидеральних культур в інтенсифікації ґу- мусотвірних процесів (табл. 2.100–2.101).

Цей висновок підтверджують результати, отримані при визначенні вмісту гумусу. Внесення негуміфікованої органічної речовини гірчиці білої та редьки оліїної у різних дозах сприяло поступовому підвищенню його вмісту на 10–40% порівняно з контролем.

Зниження фітотоксичності ґрунту сири́нгарію під впливом сидератів відбилося на фізіологічному стані рослин, зокрема на вмісті основних фотосинтетичних пігментів, та ростових процесах.

Відзначено збільшення вмісту хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів у листках сіянців вже через місяць після внесення органічної речовини. Через 17 міс кращі показники отримано у варіантах з окремим внесенням рослинної маси редьки оліїної у дозах 2,5% та 5%. У листках сіянців в усіх дослідних варіантах протягом експерименту значно підвищувалася концентрація каротиноїдів порівняно з контролем (табл.). Оскільки каротиноїди відіграють важливу роль

¹³⁷¹ Павлюченко Н.А. Застосування негуміфікованої органічної речовини як засіб регулювання алелопатичного режиму. Інтродукція рослин. 2011. № 4. С. 62-66.

у формуванні захисних механізмів фотосинтетичного апарату рослин^{1372 1373}, то збільшення їхнього вмісту при внесенні органічної речовини сидератів сприяло підвищенню адаптаційної здатності бузку до дії алелопатичного фактора.

Приріст сіянців бузку був найбільшим у варіантах з редькою олійною (2,5% та 5%) і перевищував контрольні показники на 36–48%.

Застосування негуміфікованої органічної речовини сидеральних культур, таких як редька олійна та гірчиця біла, можна рекомендувати як засіб оздоровлення прикореневого ґрунту і підвищення адаптаційної здатності рослин бузку при беззмінному тривалому вирощуванні. Внесення зеленої маси сидератів сприяло зниженню напруженості алелопатичного режиму ґрунту при тривалій культурі бузку, що позитивно позначилося на фізіологічних процесах рослин. Найбільшу ефективність виявлено при застосуванні редьки олійної у дозах 2,5% та 5% від маси ґрунту.

Таблиця 2.101

Вміст фенолкарбонових кислот у ґрунті через 17 міс після внесення негуміфікованої органічної речовини, мг/кг ($M \pm m$)¹³⁷⁴

Кислота	Варіант					
	Контроль (ґрунт сиригарію)	Ґрунт + гірчиця біла (5%)	Ґрунт + гірчиця біла (2,5%)	Ґрунт + редька олійна (5%)	Ґрунт + редька олійна (2,5%)	Ґрунт + гірчиця біла (2,5%) + редька олійна (2,5%)
Ферулова	7,5 ± 0,30	5,8 ± 0,23	6,5 ± 0,26	5,7 ± 0,23	7,1 ± 0,28	5,7 ± 0,23
п-Кумарова	10,0 ± 0,40	9,0 ± 0,36	7,2 ± 0,29	9,1 ± 0,36	8,0 ± 0,32	6,2 ± 0,25
(транс-)						
п-Кумарова	4,4 ± 0,18	4,4 ± 0,18	3,1 ± 0,12	3,3 ± 0,13	3,8 ± 0,15	2,6 ± 0,10
(цис-)						
о-Кумарова	6,0 ± 0,24	6,8 ± 0,27	5,0 ± 0,20	4,8 ± 0,19	5,6 ± 0,22	4,3 ± 0,17
Сирингова	4,0 ± 0,16	2,8 ± 0,11	2,5 ± 0,10	3,1 ± 0,12	3,1 ± 0,12	2,5 ± 0,10
Ванілінова	5,6 ± 0,22	4,5 ± 0,18	3,2 ± 0,13	4,5 ± 0,18	4,6 ± 0,18	3,2 ± 0,13
п-Оксибензойна	3,6 ± 0,14	3,4 ± 0,14	2,7 ± 0,11	3,8 ± 0,15	3,6 ± 0,14	2,7 ± 0,11
Разом	41,1 ± 1,64	36,7 ± 1,47	30,2 ± 1,21	34,3 ± 1,37	35,8 ± 1,43	27,2 ± 1,09

¹³⁷²Таран Н.Ю. Каротиноїди фотосинтетичних тканин за умов посуху. Физиология и биохимия культурных растений. 1999. 31, № 6. С. 414-422.

¹³⁷³Васильева Л.Ю. Роль каротиноидов в фотосинтетическом аппарате. Биофизика. 1997. 42. Вып. 1. С. 156-159.

¹³⁷⁴Павлюченко Н.А. Застосування негуміфікованої органічної речовини як засіб регулювання алелопатичного режиму. Інтродукція рослин. 2011. № 4. С. 62-66.

Вміст основних фотосинтетичних пігментів у листках сіянців бузку, мг% сирової речовини ($M \pm m$)¹³⁷⁵

Варіант	Кількість місяців після внесення органічної речовини					
	1		6		17	
	хлорофіл	каротиноїди	хлорофіл	каротиноїди	хлорофіл	каротиноїди
Контроль	242,0 ± 7,3	44,8 ± 1,3	248,0 ± 7,4	43,1 ± 1,3	239,7 ± 7,2	42,2 ± 1,3
Ґрунт + гірчиця біла (5%)	261,4 ± 7,8	52,0 ± 1,6	280,1 ± 8,4	51,8 ± 1,6	325,3 ± 9,8	55,4 ± 1,7
Ґрунт + гірчиця біла (2,5%)	249,5 ± 7,5	50,2 ± 1,5	275,2 ± 8,3	53,0 ± 1,6	306,9 ± 9,2	57,5 ± 1,7
Ґрунт + редька олійна (5%)	280,9 ± 8,4	55,2 ± 1,7	310,5 ± 9,3	59,0 ± 1,8	326,8 ± 9,8	61,7 ± 1,85
Ґрунт + редька олійна (2,5%)	253,0 ± 7,6	51,6 ± 1,6	300,2 ± 9,0	54,1 ± 1,6	311,8 ± 9,3	55,5 ± 1,66
Ґрунт + гірчиця біла (2,5%) + редька олійна (2,5%)	248,5 ± 7,5	47,3 ± 1,4	265,5 ± 8,0	49,0 ± 1,5	308,7 ± 9,3	50,4 ± 1,5

Доведена позитивноформуєча роль різних видів сидератів на мікробіологічна активність ґрунту¹³⁷⁶. Варіанти досліду, у яких проводився мікр.біологічний аналіз, були такі: 1) без добрив (контроль); 2) гірчиця біла+вика озима; 3) овес+ріпак+ячмінь; 4) люпин однорічний; 5) редька олійна; 6) редька олійна + люпин.

Заорювання сидератів змінювало вміст органічної речовини ґрунту, що, у свою чергу, призводило до зміни структури комплексу ґрунтових мікроорганізмів. Внесення у ґрунт свіжої органічної речовини підвищувало її біогенність на 15–40% (табл. 2.103).

Мікроорганізми, що розмножують у ґрунті за рахунок органічної речовини мертвих рослинних залишків, значною мірою визначають ґрунтово-мікробіологічні умови росту рослин. Їхньою діяльністю обумовлено перебіг у ґрунті агрономічно цінних процесів, до яких належать трансформація гумусових речовин, накопичення елементів мінерального живлення, насамперед, аміаку. У досліджуваних варіантах кількість аммоніфікуючих бактерій (МПА) була вищою показника контрольного варіанту в 1,5–4 рази.

¹³⁷⁵ Павлюченко Н.А. Застосування негуміфікованої органічної речовини як засіб регулювання алелопатичного режиму. Інтродукція рослин. 2011. № 4. С. 62-66.

¹³⁷⁶ Славкіна В.П. Микробиологическая активность лугово-дерновой почвы при использовании разновидовых сидератов. Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 11 (89). Часть 2. С.63-66.

Таблиця 2.103

Вплив сидеральних культур на чисельність та співвідношення основних та трофічних груп мікроорганізмів у лучно-дерновому ґрунті (тис./г ґрунту)¹³⁷⁷

Варіант	Глибина заробки, см	Бактерії	Акти номі цети	Гриби	Оліго рофи	Педотрофи	Загальна кількість мікроорганізмів	Співвідношення трофічних груп		
								КАА МПА	Оліг МПА	ПА МПА
I дослід										
Контроль 0–20 см		12733	4839	83,0	10869	13486	49547	1,1	0,9	1,0
20–40		9720	4720	97,0	9120	13280	45137	1,2	0,8	1,2
Гірчиця біла+вика озима 0–20 см	15–18	55063	8063	83,0	25292	44666	164167	0,7	0,5	0,8
20–40 см	25–28	12607	2397	77,0	14094	19592	57571	0,7	1,0	1,3
Овес+ріпак+ячмінь 0–20 см	15–18	17812	2155	78,0	14843	28625	76445	0,8	0,8	1,6
20–40 см	25–28	16250	2125	250,0	19250	19500	68167	0,8	1,2	1,3
II дослід										
Контроль 0–20 см		21043	3068	121,0	12233	10069	51057	0,4	0,6	0,8
20–40 см		8320	2000	74,0	7560	9720	47914	1,1	0,9	0,8
Редька олійна я 0–20 см	15–18	11968	3136	58,9	32938	33110	90043	1,5	2,7	2,8
20–40 см	25–28	6435	2117	37,3	12785	15240	40212	0,9	1,9	2,4
Люпин однорічний 0–20 см	15–18	17466	6507	100,0	40784	44540	137390,0	2,0	2,3	2,6
20–40 см	25–28	19234	5113	113,0	244544	38822	104464	1,1	1,3	2,0
Редька олійна+люпин 0–20 см	15–18	18102	5796	147,0	39648	51828	130263	1,1	2,2	2,9
20–40 см	25–28	12886	3328	134,0	25770	45568	99015	1,1	2,0	3,5

¹³⁷⁷ Славкіна В.П. Микробиологічна активність лугово-дернової ґрунтової при використанні різновидових сидератів. *Міжнародний науково-дослідницький журнал*. 2019. № 11 (89). Частина 2. С.63-66.

Збільшення чисельності мікроорганізмів, що асимілюють мінеральні форми азоту (КАА), відзначалося у ґрунті під сумішшю гірчиці білої з викою озимою та люпином однорічним (глибина заорювання 15–18 см). Активізація життєдіяльності амоніфікуючої та нітрифікуючої мікрофлори після заорювання сидеральних культур забезпечила надходження у ґрунт мінерального азоту.

Внаслідок різниці у хімічному складі рослинної органіки кількість мікроорганізмів у випадках збільшилася за рахунок різних груп.

При заорюванні гірчиці білої з викою озимою та люпину однорічного більшою мірою підвищувалася активність амоніфікуючих мікроорганізмів, актиноміцетів, педотрофів. Збільшення чисельності мікроорганізмів цих груп забезпечує більше надходження у ґрунт мінерального азоту. Спільне внесення компонентів гірчиці, що повільно розкладаються, з легкогідролізованим бобовим компонентом – викою озимою – сприяло більш швидкому засвоєнню цих органічних речовин ґрунтовими мікроорганізмами та підвищувало швидкість їх мінералізації.

Після заорювання суміші вівса з ріпаком та ячменем, зростала чисельність грибів, амоніфікаторів, олігонітрофілів. Висока чисельність педотрофної (28,6 млн./г.ґрунту) мікрофлори та коефіцієнти педотрофності (1,3–1,6) свідчили про збагачення ґрунту рухомою органічною речовиною, посилення процесів гумусоутворення.

Через нестачу азоту у хімічному складі сидеральної суміші стримувалося розкладання рослинної маси. Така ситуація несприятлива, оскільки мікроорганізми нестачу азоту замінюють за рахунок мінералізації гумусових сполук. Тому після заорювання зеленої маси з величезним переважанням зернових необхідно застосування додаткової кількості азотних добрив.

Свіжа органічна маса зелених добрив стимулювала діяльність целюлозоруйнівних бактерій (руйнування клітковини сягало 80–90%). Завдяки активізації целюлозоруйнівників, посилювалося надходження у ґрунт нових вуглеводів. Висока целюлозна активність простежувалася протягом трьох років після закладення сидератів і сприяло підтримці позитивного балансу гумусу в ґрунті.

При використанні як сидератів редьки олійної, люпину однорічного та їх суміші – найбільш ефективну дію на родючість ґрунту здійснювали люпин однорічний та спільне внесення олійної редьки з люпином однорічним.

Незважаючи на високу врожайність зеленої маси редьки олійної, заорювання цієї культури не сприяло помітному посиленню мікробіологічної діяльності, чисельність всіх трофічних груп, що вивчаються, була невисока. Максимальний вміст гумусу відзначалося після закладення в ґрунт люпину однорічного. Тут же спостерігалася найбільша целюлозолітична активність, що є головною ланкою мікробіологічної діяльності. Лідируюче положення люпину у підвищенні вмісту лабільних гумусових речовин, незважаючи на невисокий урожай сидеральної маси, пов'язане зі збільшенням у ґрунті легкоомобілізованих сполук азоту. Помітно підвищилася мікробіологічна

активність ґрунтів. Достатня кількість азотних речовин визначило найоптимальніший режим життєдіяльності мікроорганізмів з огляду на гумусоутворення.

Мікробіологічним показником інтенсивності процесів гумусоутворення є показник педотрофності мікрофлори. Найбільш високі коефіцієнти педотрофності були після заорювання однорічного люпину і люпину спільно з редькою олійною (2,6–3,5). Збільшення педотрофності в 1,5–3 рази відмічалось після всіх сидератів.

Підвищення загальної чисельності спороутворюючих бактерій, особливо р. *Bacsubtilis*, поява бацил *Bac. megaterium*, збагачення видового складу актиноміцетів, олігонітрофілів свідчило про посилення мінералізаційних процесів та більш напруженому характері перетворення органічних азоту та вуглецю у ґрунті після заорювання сидератів.

Підвищення загальної чисельності грибною мікрофлори та її різноманітності свідчило про покращення вуглеводного балансу. В результаті розкладання рослинної органіки у ґрунті створювалися сприятливі умови живлення для сапрофітного гриба *Trichoderma*.

Зниження чисельності грибів р. *Penicilium* та р. *Fusarium* свідчило про покращення фітосанітарної обстановки у ґрунті.

Авторами дослідження¹³⁷⁸ в цілому зроблено висновок що вплив біомаси сидеральних культур виявився у збільшенні загальної чисельності, видового розмаїття мікроорганізмів, збагаченням ґрунту рухомою органічною речовиною. Найбільш сприятливий мікробіологічний режим складався у варіанті застосування гірчиця біла + вика озима, де в міру розкладання рослинної маси процеси трансформації азоту і вуглецю були більш збалансовані. Активізація життєдіяльності всіх трофічних груп мікроорганізмів після заорювання зелених добрив створювала сприятливі умови для синтезу органічної речовини.

Позитивний вплив сидератів на ряд режимів ґрунтів відмічено і в ґрунтових дослідженнях на базі ПП «Агроєкологія» де широко застосовується сидеральна система удобрення.

Відбір індивідуальних зразків ґрунту відбувався на полях у господарствах, що працюють за двома кардинально різними системами землеробства, зокрема ПП «Агроєкологія», Шишацького р-ну, Полтавської обл., де поєднують органічне землеробство з безполицевим обробітком (розрізи № 1 і 3), і ТОВ «Бурат-Агро», Решетилівського р-ну, Полтавської обл., де використовують традиційні інтенсивні технології, а саме: систему різноглибинної обробки ґрунту із застосуванням мінеральних добрив і всього спектру хімічних засобів захисту рослин (розріз № 4). Також для порівняння досліджували зразки ґрунту, відібрані на переліжній ділянці, яка не обробляється понад 30 років (розріз № 2) (табл. 2.104).

¹³⁷⁸ Славкіна В.П. Микробиологическая активность лугово-дерновой почвы при использовании разнородных сидератов. Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 11 (89). Часть 2. С.63-66.

Варіанти досліджень (*табл.*): органічна система землеробства (сидерат), переліг, органічна система землеробства (компост 20 т/га), інтенсивна система землеробства, де внесено 250 кг/га карбаміду під культивуацію та 120 кг/га діамофоски при посіві в рядок, загалом норма добрив становить $N_{130}P_{30}K_{30}$.

Таблиця 2.104

Урожайність і біомаса сільськогосподарських культур у період досліджень (біомаса розрахована за Г.Я. Чесняком, 1987)¹³⁷⁹

Варіант	Культура	Урожайність, ц/га	Поверхневі рештки, т/га	Кореневі рештки, т/га	Усього (біомаса), т/га
Розріз 1. Органічна система землеробства (сидерат)	Вика яра на сидерат	150	37,5	32,05	69,55
Розріз 2. Переліг	Різотрав'я	107,2	10,72	66,9	77,62
Розріз 3. Органічна система землеробства (компост)	Кукурудза на зерно	62,7	14,14	59,24	73,38
Розріз 4. Інтенсивна система землеробства (мін. добрива)	Кукурудза на зерно	83,7	18,34	76,67	95,01

Розрізи 1–3 закладено¹³⁸⁰ на території господарства ПП «Агроєкологія» – найстарішого підприємства України, яке працює виключно за органічними технологіями, де в 1975 р. розпочато впровадження безвідвального обробітку ґрунту, а в 1978 р. відмовилися від застосування гербіцидів та інших агрохімікатів, а ще через кілька років і від застосування мінеральних добрив. Господарство є базовим центром наукового забезпечення агропромислового виробництва Міністерства аграрної політики та продовольства України, НААН України (Наказ від 26.05.1998 № 156/64), базовим господарством з перевірки ґрунтозахисної системи землеробства НУБіП України, на його базі створено філію Полтавської державної аграрної академії.

¹³⁷⁹ Чесняк Г.Я., Бацула О.О., Дерев'яно Р.Г. Параметри гумусного стану ґрунтів. *Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті*. Київ: Урожай, 1987. С. 125.

¹³⁸⁰ Резнік С.В., Гавва Д.В. Вплив різних систем землеробства на електрофізичні та агрохімічні показники чорноземів типових лівобережного лісостепу України. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-40>.

Виробництво й переробка продукції рослинництва і тваринництва сертифіковані органом сертифікації «Органік Стандарт» відповідно до вимог Стандарту з органічного виробництва та переробки, еквівалентному Постановами ЄС № 834/2007 і № 889/2008. Також підприємство пройшло, міжнародну сертифікацію на відповідність стандартам Bio Suisse: рішення № ICB–02049–2015, оператор № 114477.

Перший розріз (ОСЗ сидерат) закладено на полі площею 143 га, де була посіяна вика яра на сидерат, після якої була посіяна озима пшениця.

У період дослідження (2018 р.) на полі проводили такі технологічні операції: збір попередника, лушення стерні 6–8 см, дискування 12–14 см, ранньовесняна культивування 4 см, передпосівна культивування 4 см, рядковий посів вики ярої на глибину 4 см (суцільний посів), дискування на глибину 6–8 см у два сліди (фаза цвітіння), передпосівна культивування на глибину посіву, посів озимої пшениці на глибину 5 см.

Морфологічний опис розрізу № 1 – чорнозем типовий глибокий середньосуглинковий на лесі¹³⁸¹.

Н/к 0–44 см – гумусовий, орний (оброблюваний шар 0–14 см): сухий, темно-сірий, середньосуглинковий, грудкувато-зернисто-порохуватий, пухкий, безкарбонатний, значна кількість напіврозкладених рослинних решток, підорний: свіжий, темно-сірий, середньосуглинковий, грудкувато-зернистий, на глибині 15–30 см має ущільнення, скипає від НС1 із глибини 24 см, але видимі форми виділення карбонатів відсутні, наявні поодинокі корені рослин, копроліти й червороїни, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Нрк 44–80 см – верхній перехідний, свіжий, темно-сірий із ледь помітним палевим відтінком, середньосуглинковий, грудкувато-зернистий, пухкий, карбонатний, наявні поодинокі корені й червороїни, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Phk 80–120 см – нижній перехідний, свіжий, брудно-палевий, середньосуглинковий, зернисто-грудкуватий, дещо щільніший за попередній горизонт, карбонати виділяються у формі псевдоміцелію, наявні поодинокі корені рослин, велика кількість кротовин заповнених материнською породою і гумусованим матеріалом, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Рк 120 см і глибше – материнська порода, вологий, палевий, середньосуглинковий, грудкуватий, щільний карбонатний лес.

Другий розріз закладено на переліжній ділянці віком 59 років, проективне покриття якої – близько 98%. Асоціація бобово-різнотравн-злакова. Серед трав домінують райграс пасовищний, костриця лучна, стоколос безостий, тонконіг лучний, суниця зелена, подорожник ланцетолистий, цикорій звичайний, чебрець, звіробій, конюшина повзуча, лядвенець рогатий тощо.

Морфологічний опис розрізу № 2 – чорнозем типовий глибокий середньосуглинковий на лесі.

¹³⁸¹ Резнік С.В., Гавва Д.В. Вплив різних систем землеробства на електрофізичні та агрохімічні показники чорноземів типових лівобережного лісостепу України. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-40>.

Не 0–2 см – степова повстина, нижня частина якої добре розкладена в Н(d) 2–52 см – гумусово–акумулятивний, до 15 см добре задернований, свіжий, темно-сірий, середньосуглинковий, грудкувато-зернистий, щільний, скипає від НС1 із глибини 50 см, видимі форми виділення карбонатів відсутні, велика кількість коренів, копролітів і червороїн, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Нрк 52–87 см – верхній перехідний, свіжий, темно-сірий із ледь помітним палевим відтінком, середньосуглинковий, грудкувато– зернистий, менш щільний, скипає від НС1, без видимих форм виділення карбонатів, велика кількість коренів і червороїн, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Phk 87–137 см – нижній перехідний, вологий, брудно-палевий, середньосуглинковий, зернисто–грудкуватий, дещо щільніший за попередній горизонт, карбонати виділяються у формі псевдоміцелію і прожилок, значна кількість коренів рослин, велика кількість кротовин заповнених материнською породою, на глибині 100–110 см знайдено свіжу кротовину, заповнену гумусованим матеріалом, перехід хвилястий поступовий, за кольором і щільністю переходить у:

Рк 137 см і глибше – материнська порода, вологий, палевий, середньосуглинковий, грудкуватий, щільний, карбонатний лес.

Третій розріз закладено на полі площею 94 га, де внесено 20 т/га компосту під кукурудзу (ОСЗ компост).

За період дослідження (2018 р.) на полі проводили такі технологічні операції: збір попередника, лушення стерні 6–8 см, дискування 12–14 см, коткування важкими кільчато–шпоровими котками (весна), вивезення й унесення компосту, заробка компосту дисковим культиватором на глибину 6–8 см, передпосівна культивація 6 см, посів кукурудзи на глибину 6 см, до сходове боронування, три міжрядні культивації, а остання з підгортанням, збір урожаю, лушення стерні 6–8 см, заробка пожнивних решток дисковим культиватором 12–14 см.

Морфологічний опис розрізу № 3 – чорнозем типовий глибокий середньосуглинковий на лесі¹³⁸².

Н/к 0–42 см – гумусовий, орний (оброблюваний шар 0–12 см): сухий, темно-сірий, середньосуглинковий, грудкувато-зернисто-порохуватий, пухкий, безкарбонатний, багатий на детрит, підорний: свіжий, темно-сірий, середньосуглинковий, грудкувато-зернистий, має ущільнення на глибині 20–30 см, скипає від НС1 з глибини 33 см, але видимі форми виділення карбонатів відсутні, значна кількість коренів, копролітів і червороїн, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Нрк 42–78 см – верхній перехідний, свіжий, темно-сірий із палевим відтінком, середньосуглинковий, грудкувато-зернистий, пухкий, карбонатний, пронизаний корінням трав'яної рослинності, наявні копроліти й червороїни, на

¹³⁸² Резнік С.В., Гавва Д.В. Вплив різних систем землеробства на електрофізичні та агрохімічні показники чорноземів типових лівобережного лісостепу України. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-40>.

глибині 45–52 см знайдено кротовину, заповнену материнською породою, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Phk 78–130 см – нижній перехідний, свіжий, брудно–палевий, середньосуглинковий, зернисто–грудкуватий, дещо щільніший за попередній горизонт, карбонати виділяються у формі псевдоміцелію, наявні поодинокі корені рослин, велика кількість кротовин, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Pk 130 см і глибше – материнська порода, вологий, палевий, середньосуглинковий, грудкуватий, щільний карбонатний лес.

Четвертий розріз закладено на полі площею 125 га, що входить до земельного банку ТОВ «Бурат-Агро» агрохолдингу ІМК. На полях підприємства застосовується система різноглибинного обробітку ґрунту: глибоке рихлення, оранка, дискування й культивація. Технологія вирощування сільськогосподарських культур передбачає використання насіння, добрив і засобів захисту рослин виключно найкращих вітчизняних і закордонних виробників. На полях господарства застосовується нова сільськогосподарська техніка й упроваджуються у виробництво елементи точного землеробства: системи GPS-моніторингу техніки, автопілотування, методи дистанційного зондування землі, моніторингу врожайності, змінні норми висіву насіння та диференційоване внесення добрив.

За період дослідження на полі проводили такі технологічні операції: збір попередника, дискування 12–15 см, глибоке рихлення 35–37 см (осінь), унесення карбаміду 250 кг/га (весна), культивація 12–15 см, дискування 8–10 см, посів кукурудзи з густотою 78 тис. насінин/га + діамофоска 120 кг/га 10:26:26, ґрунтовий гербіцид, догляд 1–2 (7–8 листок) страховий гербіцид + листкове підживлення, догляд 3 (по волоті) – унесення інсектициду, збір урожаю прямим комбайнуванням, луцення стерні 12–15 см, оранка 25–28 см.

Морфологічний опис розрізу № 4 – чорнозем типовий глибокий середньосуглинковий на лесі¹³⁸³.

Н 0–44 см – гумусовий, орний шар (0–30 см) через різноглибинний обробіток ґрунту неоднорідний: на глибині 0–15 см сухий, темно–сірий, середньосуглинковий, зернисто–грудкувато– пороховатий, пухкий, безкарбонатний, містить велику кількість нерозкладених і напіврозкладених рослинних решток, на глибині 15–30 см свіжий, темно–сірий, середньосуглинковий, зернисто– грудкуватий, щільний, безкарбонатний, на глибині 25–30 см знаходиться шар напіврозкладених заораних пожнивних решток, підорний: свіжий, темно–сірий, середньосуглинковий, зернисто–грудкуватий, має ущільнення на глибині 30–40 см, карбонати відсутні, значна кількість коренів, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Нр 44–78 см – верхній перехідний, свіжий, темно–сірий із палевим відтінком, середньосуглинковий, грудкувато–зернистий, пухкий,

¹³⁸³ Резнік С.В., Гавва Д.В. Вплив різних систем землеробства на електрофізичні та агрохімічні показники чорноземів типових лівобережного лісостепу України. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-40>.

безкарбонатний, густо пронизаний корінням, наявні копроліти й червороїни, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Phk 78–130 см – нижній перехідний, свіжий, брудно–палевий, середньосуглинковий, зернисто–грудкуватий, пухкий, скипає від HCl із глибини 85 см, наявні поодинокі корені рослин, у нижній частині горизонту велика кількість кротовин, на глибині 88–93 см знайдено кротовину, заповнену материнською породою, поступово за кольором і щільністю переходить у:

Pk 130 см і глибше – материнська порода, вологий, палевий, середньосуглинковий, грудкуватий, щільний карбонатний лес.

Супутніми дослідженнями встановлено що¹³⁸⁴ Електропровідність водних суспензій ґрунту (табл. 2.105) з глибиною збільшується та досягає найвищих значень у нижньому перехідному горизонті (Ph) і материнській породі (P). Найбільш показовим є варіант перелогу, де чітко спостерігається підвищення електропровідності в шарі 0–10 см (129,82 pS/ст) і материнській породі (157.39 pS/cm), тобто відбувається акумуляція іонів у поверхневому шарі ґрунту, де найбільш інтенсивно проходять мікробіологічні процеси мінералізації органічних решток.

Підвищення електропровідності у варіанті із застосуванням сидерату (110,94–147,51 pS/ст) порівняно з варіантом інтенсивної системи землеробства (38,84–129,78 inS/ст) також можна пояснити надходженням свіжої органіки й посиленням мінералізаційних процесів, що сприяло накопиченню іонів у верхньому гумусо– акумулятивному горизонті.

Варіант органічної системи землеробства з унесенням компосту має подібну з перелогом динаміку показників електропровідності, але з меншими їх значеннями (84,5–152,21 inS/ст).

У варіанті з інтенсивною системою землеробства, де навесні вносилися мінеральні добрива в кількості N₁₃₀P₃₀K₃₀ під кукурудзу на зерно, зафіксовано найменші значення електропровідності ґрунтово–водних суспензій. У шарі 0–10 см отримано показники на рівні 67,98 LiS/’см. Подібне зниження показників електропровідності пов’язано зі значним підкисленням ґрунту. Характерною ознакою цього варіанта є дещо більша електропровідність у шарах 0–10 і 20–30 см, що є наслідком застосування оранки (перемішування шарів ґрунту).

Важливою характеристикою ґрунту, яка тим чи іншим чином впливає практично на всі ґрунтоутворні процеси й показники родючості, є рН. На основі отриманих даних передусім варто відмітити зміну реакції ґрунтового розчину з глибиною в бік підлуження. У верхньому генетичному горизонті варіанти перелогу й органічної системи землеробства мають реакцію близьку до нейтральної (показники рН_{сол.} змінюються в межах 6,56–7,26). Однак у варіанті інтенсивної системи землеробства реакція слабо кисла (рН_{сол.} 4,92),

¹³⁸⁴ Резнік С.В., Гавва Д.В. Вплив різних систем землеробства на електрофізичні та агрохімічні показники чорноземів типових лівобережного лісостепу України. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-40>.

що є наслідком багаторічного виносу поживних елементів і застосування мінеральних добрив.

Проаналізувавши отримані дані, можна зробити висновок щодо кореляції показників електропровідності ґрунтово-водної суспензії з активною і потенційною кислотністю ґрунту, що відображено в кореляційній матриці (рис. 1). Варто зауважити про сильний кореляційний зв'язок між значеннями рН (водного і сольового) та показниками електропровідності (0,71), солоності й загальної мінералізації (0,7). Разом із тим зафіксовано помірний кореляційний зв'язок електрофізичних показників з гідролітичною кислотністю (-0,63). Тобто отримані в ході досліджень дані свідчать про зниження електропровідності з підвищенням умісту в ґрунті H^+ іону.

Таблиця 2.105

Електрофізичні показники чорноземів типових залежно від системи землеробства (середньорічні дані за 2018 р.)¹³⁸⁵

Варіант	Гене-тичний горизонт	Глибина, см	Conti, pS/cm	TDS, ppm	Salt, ppm	pHводн.	pH сол.	Na ⁺ , ppm	Ca ¹⁺ , ppm	K ⁺ , ppm
Органічна система млеробства сидерат)	II/к	0–10	110.94	75,12	55,72	7.28	6.58	7,11	178,89	5.11
		10–20	118.19	78,17	59,43	7,29	6,92	5,44	196,67	3,00
		20–30	134,79	89,09	67,57	7,87	7,28	5.56	187,78	0,00
		30–40	136,11	89,91	68,18	8,14	7,43	5,89	162,22	0,00
	Нрк	60–70	140.34	93,76	71,53	8.34	7,45	6,22	136,67	0,00
	Phk	90–100	147.51	97,84	75,30	8.44	7,58	9.11	113,33	0,00
	Рк	140–150	139.47	92.57	70.88	8,52	7,64	12,89	100,22	0,00
Переліг	н	0–10	129.82	86,22	65,18	7.97	7.26	3,11	180.00	2.11
		10–20	90,12	60,06	45,67	7.69	6,84	4,44	146,67	1,44
		20–30	91,73	60,84	46,18	7,65	6,81	6,89	145,56	0,00
		30–40	64,76	43,01	32,61	7.37	6.89	10.00	126.67	0.00
	Нрк	60–70	136.41	90,60	68,14	8.20	7,26	16,22	101,22	0,00
	Phk	90–100	158.59	104.84	79,63	8.54	7,63	21,44	91.11	0,00
	Рк	140–150	157,39	103.47	79.16	8.64	7,70	24,22	86 J8	0.00
Органічна система млеробства компост)	Н'к	0–10	105,79	68,47	52,64	7.20	6.56	9,56	155.56	3,22
		10–20	84,50	53,37	39,59	7.16	6,48	6,67	141,11	1.33
		20–30	106,18	68.74	52,12	7,57	6,93	6,78	160,00	0,00
		30 40	125,20	82,66	62.71	8,09	7,36	7,78	163,33	0,00
	Нрк	60–70	141.78	94,18	71,63	8.27	7.46	11.44	165,56	0.00
	Phk	90–100	147.46	97,76	74,03	8.40	7,60	13.22	134,44	0,00
	Рк	140–150	152,21	100,77	76,16	8,53	7,67	20,56	104,89	0,00

Показники загальної мінералізації та солоності мали подібну тенденцію змін, адже кондуктометричний метод їх визначення базується на здатності розчину проводити струм, тому вони мають функціональний зв'язок з електропровідністю (кореляція 1) (рис. 2.79). Відповідно, найменшу загальну

¹³⁸⁵ Резнік С.В., Гавва Д.В. Вплив різних систем землеробства на електрофізичні та агрохімічні показники чорноземів типових лівобережного лісостепу України. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-40>.

мінералізацію та солоність зафіксовано у варіанті з інтенсивною системою землеробства. Більш високими, але неоднозначними показниками характеризується варіант з унесенням компосту. У варіанті із сидератом показники наближаються, а подекуди навіть перевищують показники перелогової ділянки.

Важливими й інформативними як з агрономічного погляду, так і ґрунтознавчого є показники вмісту водорозчинних кальцію і натрію, оскільки ці катіони найбільшою мірою впливають і на фізико– хімічні властивості ґрунту, і на доступність елементів живлення для рослин.

Аналізуючи отримані дані, відмітимо низький уміст водорозчинного натрію у верхніх генетичних горизонтах зі збільшенням показників у материнській породі. Характерною ознакою варіантів органічної системи землеробства є невелике підвищення вмісту натрію (7,11–9,56 ppm) у шарі 0–10 см. Найбільший уміст натрію в 0–10–сантиметровому шарі ґрунту зафіксовано у варіанті органічна система землеробства з унесенням компосту (9,56 ppm), а найменший – перелогу (3,11 ppm).

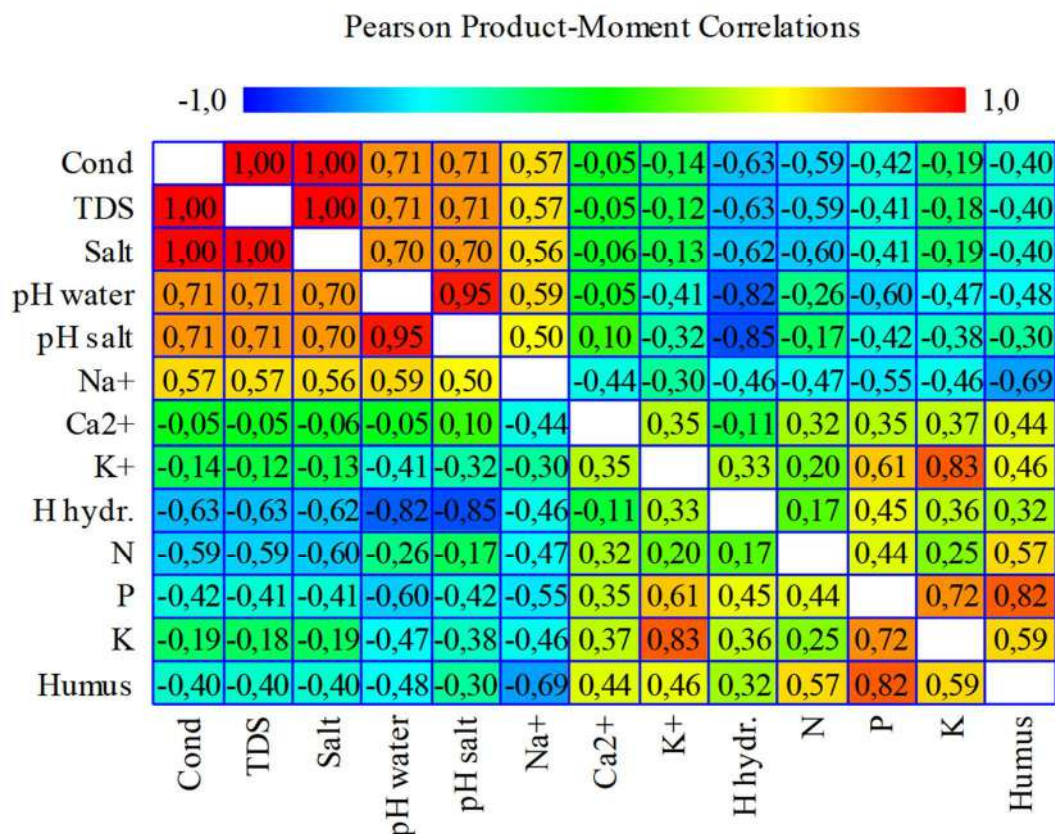


Рисунок 2.79 – Кореляційна матриця досліджуваних показників¹³⁸⁶

¹³⁸⁶ Резнік С.В., Гавва Д.В. Вплив різних систем землеробства на електрофізичні та агрохімічні показники чорноземів типових лівобережного лісостепу України. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-40>.

Уміст водорозчинних сполук кальцію, навпаки, з глибиною зменшується, винятком є варіант інтенсивної системи землеробства, де вміст, навпаки, збільшується з 141,78 до 168,89 ppm. Найбільший уміст кальцію зафіксовано у варіантах органічної системи землеробства особливо за умов вирощення сидератів (100,22–196,67 ppm). Відмінністю перелогового варіанту є акумуляція водорозчинного кальцію в 0–10–сантиметровому шарі ґрунту 180 ppm.

Калій – один із трьох макроелементів, найбільш необхідних рослинам. Зазвичай у ґрунтах між різними формами калію (фіксований, обмінний, водорозчинний) існує динамічна рівновага. Уміст водорозчинних сполук калію зазвичай незначний (близько 1/10 від обмінного), адже калій з розчину негайно вступає в реакцію з ґрунтовим вбирним колоїдним комплексом і споживається рослинами.

У досліджуваних ґрунтах уміст водорозчинного калію має дуже низькі його показники – 1,22–5,11 ppm, що зафіксовані лише в шарах 0–10 і 10–20 см. За вмістом водорозчинного калію можна побудувати такий логічний ряд досліджуваних варіантів за зменшенням його вмісту: органічна система землеробства (сидерат) – органічна система землеробства (компост) – інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива) – переліг. Відмітимо значний кореляційний зв'язок умісту водорозчинного калію з рухомих фосфором (0,61) і сильний – з обмінним калієм (0,83).

Аналіз даних¹³⁸⁷ (табл. 2.106) засвідчив, що показники гідролітичної кислотності зменшуються з глибиною. Найбільші значення зафіксовано у верхніх гумусоаккумулятивних горизонтах, у 0–10–сантиметрових шарах ґрунтів (0,54–3,15 мг–екв/100 г ґрунту). Серед досліджуваних варіантів найменшими значеннями характеризувався варіант перелогу – 0,54–0,22 мг–екв/100 г ґрунту, а найбільшими – інтенсивна система землеробства (3,15–0,26 мг–екв/100 г ґрунту).

Щодо забезпечення досліджуваних ґрунтів легкогідролізним азотом відмітимо, що варіанти органічної системи землеробства, особливо варіант із унесенням компосту, характеризувалися вищими значеннями вмісту легкогідролізного азоту (74,16–118,76 мг/кг), ніж варіант інтенсивної системи землеробства (73,83–92,54 мг/кг), і були наближені до рівня перелогу (83,51–119,34 мг/кг), де простежувалася динаміка накопичення його вмісту в 10–20 і 20–30–сантиметрових шарах ґрунтів. Показники вмісту легкогідролізного азоту мають значні кореляційні зв'язки з електропровідністю ґрунтів (–0,60), так само як і показники гідролітичної кислотності (–0,63).

Згідно з даними щодо забезпечення рухомими формами фосфору (табл.), можна побудувати такий логічний ряд досліджуваних варіантів за зменшенням його вмісту: органічна система землеробства (сидерат) – органічна система землеробства (компост) – переліг – інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива). Стосовно вмісту обмінного калію означена послідовність

¹³⁸⁷ Рєзнік С.В., Гавва Д.В. Вплив різних систем землеробства на електрофізичні та агрохімічні показники чорноземів типових лівобережного лісостепу України. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-40>.

варіантів дещо змінюється, а саме (за зменшенням умісту обмінного калію): органічна система землеробства (сидерат) – переліг – органічна система землеробства (компост) – інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива). Уміст рухомого фосфору значною мірою залежить від рНводн. (– 0,60), а також калію (0,72) і вмісту гумусу (0,82).

Таблиця 2.106

Уміст поживних речовин і загального гумусу в чорноземі типовому залежно від системи землеробства (середньорічні дані за 2018 р.)¹³⁸⁸

Варіанти	Гене-тичний і іриноні	Глибина, см	Гідролітична кислотність, мг-екв/100 г ґрунту	Леї ко-гідролвний азот, мт/кт	Рухомий фосфор, мт/кт	Обмінний калій, мт/кт	Гумус, %
Органічна система землеробства (сидерат)	Н/к	0–10	6.86	101,21	129,10	164,00	5.72
		10–20	0,75	90,57	105,06	107,56	5.35
		20–30	0,44	83,<П	86,83	69,33	4.88
		30–40	0,26	61,69	36,15	60,44	3.77
	Прк	60 70	0,25	54,63	29,40	49,78	3,02
	Phk	90–100	0,21	46,27	22,03	43,33	1,92
	Рк	140–150	0,18	41,19	20,36	48,22	1,06
Переліг	Н	0 10	0.54	108,96	92,27	164,78	6,57
		10–20	0.54	119,34	89,89	85,11	5.56
		20–30	0,46	109,13	82,99	67,78	5.02
		30 40	0,34	83,51	79,19	59,89	4,12
	Нрк	60–70	0,24	60,24	29,51	51,11	3,31
	Phk	90 100	0,22	45,36	24,49	40,44	2,02
	Рк	140–150	0,22	42,09	22,13	48,89	0,86
(ірганічна система землеробства (компост)	П/к	0–10	1.34	118,76	104,52	114,56	6,21
		10 20	1.06	100,06	75,49	82,44	5,49
		20–30	0.55	93,73	67,40	56,11	5,08
		30–40	0,26	74,16	38,14	45,89	4,40
	Нрк	60 70	0,24	55,10	30,76	41,89	2,89
	Phk	90–100	0,20	38,97	23,52	38,78	1,88
	Рк	140–150	0,18	36,17	20,53	41,11	1,09
Інтенсивна система землеробства (мінеральні добрива)	Н	0–10	3.15	87,97	81,21	103,44	4,13
		10–20	2.75	92,54	85,70	89,11	4,07
		20 30	2.41	84,97	73,74	101,33	4,16
		30–40	1.96	73,83	69,74	72,33	3,60
	Нр	60–70	0,80	45,99	26,35	66,56	2,84
	Phk	90 100	0,35	48,47	23,41	62,33	1,63
	Рк	140–150	0,26	47,60	22,11	54,11	0,68

Найбільшими запасами гумусу відмічався варіант перелігу 6,57% у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту. Дещо менший уміст гумусу зафіксовано у варіантах органічної системи землеробства (компост – 6,21%, сидерат – 5,72%).

¹³⁸⁸ Резнік С.В., Гавва Д.В. Вплив різних систем землеробства на електрофізичні та агрохімічні показники чорноземів типових лівобережного лісостепу України. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-40>.

Автори дослідження¹³⁸⁹ зазначають загальну закономірність зменшення вмісту поживних речовин і гумусу з глибиною досліджуваних шарів ґрунтів щонайменше в 3–5 разів.

За узагальненнями Г.М. Господаренко¹³⁹⁰ сидерація, крім поповнення вмісту органічних речовин і азоту в ґрунті, має такий різнобічний позитивний вплив на ґрунт:

- дещо знижується кислотність ґрунту, зменшується рухомість алюмінію, підвищується буферність і ємність поглинання катіонів;
- усувається ерозія і деградація ґрунту;
- регулюються ґрунтово-мікробіологічні процеси внаслідок стимуляції розмноження мікроорганізмів;
- поліпшується структура, зменшуються об'ємна маса і щільність ґрунту;
- значно збільшується водопроникність і вологоємність ґрунту;
- знижується ураженість рослин хворобами;
- мобілізуються елементи живлення ґрунту;
- зменшується забур'яненість полів;
- підвищується ефективність добрив і вапнування.

На сьогодні аграрній науці відомий досить значний обсяг даних щодо позитивного впливу сидерації на агрохімічні та агрофізичні властивості ґрунтів. Так, дослідження проведено у польових умовах господарства Городецького району (дерново-підзолисті ґрунти) у 2015 р. та на вегетаційному майданчику кафедри агрохімії та агроекології Нижегородської ДСГА (мікропольовий досвід, світло-сірі лісові ґрунти) у 2014–2015 рр.¹³⁹¹ Історія польової ділянки, що використовується під посів сидерату, наступна: 2013 р. – конюшина 2 г.п.; 2014 р. – ріпак на зерно; 2015 р. – гірчиця на сидерат (2 терміни посіву). Добрива були внесені під ріпак у 2014 р. – 300 кг нітрофоски (N 13%, P₂O₅ 19%, K₂O 19%). Перший посів гірчиці на сидерат (жовтогібридна) проведено 2–3 травня, закладення – 15 червня; другий посів – 29–30 червня, закладення – 25 серпня. Для закладення сидерату використовували агрегат дисковий ґрунтообробний АД–600 «Рубін», яким у господарстві загортали гірчицю на глибину 10 см. При вирощуванні гірчиці на сидерат її оранку у виробничих умовах проводили в 2 терміни: перший – на початку фази цвітіння, другий – наприкінці фази цвітіння.

Облік агрохімічної характеристики ґрунту після заорювання зеленого добрива другого терміну посіву показав, що сидерація змінила частину показників досліджуваного ґрунту, як в окремих випадках знизивши їх, так і, навпаки, сприявши поліпшенню деяких параметрів (*табл. 2.107*).

¹³⁸⁹ Резнік С.В., Гавва Д.В. Вплив різних систем землеробства на електрофізичні та агрохімічні показники чорноземів типових Лівобережного лісостепу України. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-40>.

¹³⁹⁰ Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Сидерати — резерв відтворення родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/628-syderaty-rezerv-vidtvorennia-rodichosti-gruntu.html>.

¹³⁹¹ Харитонов В.В., Шахов С.С. Оценка влияния сидератов на агрохимические показатели почвы. Агротехнический вестник. 2016. № 3. С. 39-43.-

Таблиця 2.107

Фізико-хімічні показники дерново-підзолистого ґрунту після заорювання гірчиці (через місяць після закладення гірчиці другого терміну посіву)¹³⁹²

Зразок	рНксі	С			V, %
		Нг	г-екв/100	ЕКО	
1	6,4	1,50	9,6	11,10	86,5
2	6,3	1,37	10,8	12,17	88,7
3	6,1	1,50	6,8	8,30	81,9
В середньому	6,3	1,46	9,1	11,20	85,7
4 (фон)	6,6	1,78	8,5	10,28	82,7

Аналізи показують, що поле в цілому характеризується хорошими фізико-хімічними показниками, а саме: нехарактерною для даного підтипу ґрунтів кислотністю – ділянці властива нейтральна реакція та дуже високим ступенем насиченості основами – 82–89%. Таким чином, за фізико-хімічними властивостями ґрунт підходить для вирощування практично всіх культур. Порівняно з фоновою ділянкою (ділянка, незасіяна гірчицею), ґрунт після заорання гірчиці відрізняється вищою ємністю катіонного обміну (на 0,92 мг-екв/100 г) та ступенем насиченості основами (на 3,0%).

Слід зазначити явну неоднорідність ґрунтового покриву, розмах коливань за даними показниками становить 2–23% (табл. 2.108). Слабкою мінливістю характеризується кислотність ґрунту (показник рНКСІ та гідролітична кислотність). У той же час такий показник, як сума поглинених основ, що відрізняється загалом вищою стабільністю, ніж обмінна кислотність, має коефіцієнт варіації 23% (помірна мінливість).

Таблиця 2.108

Вміст поживних елементів у ґрунті після заорювання гірчиці¹³⁹³

Зразок	Гумус, %	мг/кг		
		P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NH ₄
1	1,6	460	451	7,9
2	2,0	337	451	7,6
3	1,3	167	424	5,1
В середньому	1,6	321	424	6,9
4 (фон)	2,0	380	342	3,5

Строкатість ґрунтового покриву щодо поживного режиму істотно відрізняється за окремими показниками (табл.).

¹³⁹² Харитонов В.В., Шахов С.С. Оценка влияния сидератов на агрохимические показатели почвы. Агрохимический вестник. 2016. № 3. С. 39-43.

¹³⁹³ Харитонов В.В., Шахов С.С. Оценка влияния сидератов на агрохимические показатели почвы. Агрохимический вестник. 2016. № 3. С. 39-43.-

Ступінь забезпеченості ґрунту рухомими формами фосфору та калію – дуже висока на тлі низького вмісту гумусу та мінерального (амонійного) азоту (табл. 2.109).

Таблиця 2.109

Облік врожайності зеленої маси дослідних культур, кг/м² ¹³⁹⁴

Культура	Повторність				В середньому
	1	2	3	4	
<i>Перший строк сівби</i>					
Редька олійна	2,06	2,15	2,04	2,06	2,08
Гірчиця біла	0,84	1,14	0,97	0,90	0,96
<i>Другий строк сівби</i>					
Редька олійна	2,10	2,04	2,10	1,34	1,90
Гірчиця біла	2,23	2,55	2,29	2,61	2,42

Середній вміст гумусу та фосфору в ґрунті після заорювання гірчиці дещо нижчий, ніж у ґрунті фонового варіанту, що обумовлено даними, отриманими при аналізі зразка третьої елементарної ділянки. У той же час забезпеченість рухомим калієм та амонійним азотом, навпаки, на фонівій ділянці значно нижча.

Найбільш стабільно зміст рухомого калію, мінливість щодо якого несуттєво, становлячи лише 4%. Найбільш виражена просторова неоднорідність ділянки за змістом рухомих сполук фосфору, сильна варіабельність – 46%. Помірна змінність спостерігалась щодо вмісту в ґрунті органічної речовини (гумус) та амонійного азоту – 22%. Таким чином, при заоранні гірчиці відзначено деяке збільшення ємності поглинання за рахунок збільшення суми поглинених основ, а також амонійного азоту та рухомих сполук калію.

Врожайність зеленої маси редьки олійної в середньому за досвідом склала 2,08 кг/м² (при площі ділянки 3,14 м²), що вище за врожайність білої гірчиці в 2,2 рази, або на 11,2 т/га (табл. 2.110). Слід зазначити, що врожайність культур була дуже невелика навіть у порівнянні з даними, отриманими у виробничих умовах. Облік врожайності сидеральних культур другого терміну посіву показав, що при пізніх термінах сівби більш активно розвивалася гірчиця біла, яка забезпечила врожайність зеленої маси 2,42 кг/м² (площа ділянки 1,57 м²), що вище за врожайність редьки олійної в 1,3 рази, та на 5,2 т/га.

Оцінюючи загальної зеленої маси сидератів, заделываемых у ґрунт, слід враховувати, що повторне посів культур проводили не по всій площі ділянки, лише на половині. Відповідно для варіанта 2 середня врожайність зеленої маси гірчиці білої та редьки олійного першого укусу потрібно розраховувати, виходячи з результатів обліку четвертої та третьої повторності, а для варіанта 1 – першої та другої повторності (табл. 2.111).

¹³⁹⁴ Харитонов В.В., Шахов С.С. Оценка влияния сидератов на агрохимические показатели почвы. Агрехимический вестник. 2016. № 3. С. 39-43.

Таблиця 2.110

Вплив сидератів на фізико-хімічні показники ґрунту¹³⁹⁵

Варіант	Гірчиця біла		Редька олійна	
	«заорювання» 1го строку сівби	«заорювання» двох строків сівби	«заорювання» 1го строку сівби	«заорювання» двох строків сівби
С/гумус, %*	1,04/1,79	1,07/1,84	1,09/1,84	1,30/2,24
pH _{ксі}	5,10	5,20	5,05	5,10
H _г , мг– екв/100 г	1,54	1,40	1,74	1,68
S, мг–екв/100 г	9,20	12,50	9,90	13,70
ЕКО, мг– екв/100 г	10,74	13,90	11,64	15,38
V, %	85,7	89,9	85,0	89,1

* у чисельнику – вуглець, у знаменнику – гумус (коеф. перерахунку 1,724).

Таблиця 2.111

Вплив сидератів на утримання доступних форм живильних елементів¹³⁹⁶

Показник	Гірчиця біла		Редька олійна	
	«заорювання» 1го строку сівби	«заорювання» двох строків сівби	«заорювання» 1го строку сівби	«заорювання» двох строків сівби
P ₂ O ₅ , мг/кг	158	150	138	151
K ₂ O, мг/кг	164	185	163	159
NH ₄ , мг/кг	4,5	4,5	9,0	5,5
NO ₃ , мг/кг	29,0	45,0	36,5	47,5
N–NO ₃ + N– NH	10,0	13,7	15,2	15,0

Таким чином, кількість гірчиці білої, внесеної у варіанті 2 (два терміни посіву та загортання в ґрунт культури), у 3,5 рази вище, ніж у варіанті 1 (одноразовий посів культури); для редьки олійної різниця між варіантами становила 1,9 рази. Перевага редьки над гірчицею за варіантом 2 менш виражена, ніж за варіантом 1, відмінності відповідно становили 1,2 та 2,2 рази.

Умови зростання та розвитку культур не в останню чергу визначаються фізико-хімічними показниками ґрунтів, причому зелені добрива здійснюють на них позитивний вплив^{1397 1398}.

¹³⁹⁵ Харитонов В.В., Шахов С.С. Оценка влияния сидератов на агрохимические показатели почвы. Агротехнический вестник. 2016. № 3. С. 39-43.

¹³⁹⁶ Харитонов В.В., Шахов С.С. Оценка влияния сидератов на агрохимические показатели почвы. Агротехнический вестник. 2016. № 3. С. 39-43.-

Оцінюючи зміну кислотності ґрунту (*табл. 2.110*), зазначаємо наступне: за значенням показника pH_{KCl} (обмінна кислотність) ґрунт можна охарактеризувати як слабокислий. Подвійна доза сидерату сприяла деякому зниженню кислотності (на 0,1 од. pH у ґрунті під гірчицею і на 0,05 – під редькою), ґрунт під редькою був дещо кисліший, ніж під гірчицею. Такі зміни спостерігаються і щодо гідролітичної кислотності, яка змінювалася від 1,4 до 1,74 мг-екв/100 р ґрунту.

У той же час, редька олійна справила трохи більший позитивний ефект, ніж гірчиця, на величину суми поглинених підстав: після «запашки» однієї дози добрива (зелена маса першого строку посіву) різниця склала 0,7 мг-екв/100 г, а подвійній дози (закладення зеленої маси двох укосів) – 1,2 мг-екв/100 г. Таким чином, гірчиця вплинула на зміну кислотності ґрунту, а редька – на суму поглинених основ, внаслідок чого насиченість ґрунту основами під обома культурами була рівноцінною і дуже високою, зростаючи в міру збільшення надходження у ґрунт рослинної маси.

Вміст у ґрунті органічної речовини при внесенні зеленої маси підвищувався, причому зростання його відповідало кількості маси рослин, що надійшла до ґрунту: мінімальний вміст органічного вуглецю зазначено при «запашці» гірчиці першого терміну посіву (1,79%), що на 0,05% менше, ніж при закладенні редьки олійної, а максимальне – при дворазовому обробітку та внесенні в ґрунт зеленої маси редьки (2,24%) при використанні гірчиці (на 20 мг/кг), а при подвійній дозі (сумарне внесення зеленого добрива двох строків посіву) було рівноцінним, причому у ґрунті під гірчицею відмічено деяке його зниження (на 8 мг/кг), а під редькою – підвищення (на 13 мг/кг). Інші дані отримані з урахуванням зміни вмісту рухомих сполук калію. Облік кількості K_2O у ґрунті після одноразового внесення зеленого добрива показав рівноцінність культур, тоді як при дворазовому внесенні під гірчицею спостерігалось суттєве зростання забезпеченості ґрунту калієм (на 21 мг/кг), тоді як під редькою зміни були незначні з тенденцією до зниження.

Вміст амонійного азоту в ґрунті під гірчицею не змінювався залежно від кількості заробленої в ґрунт зеленої маси і був нижчим, ніж у ґрунті після вирощування редьки. Зміна кількості NH_4 у ґрунті під редькою мала зворотну залежність від величини закладеної зеленої маси рослин: при одноразовому закладанні рослин кількість даної форми азоту в ґрунті була в 1,6 разів вищою, ніж при дворазовій. Вміст нітратів змінювався від 29,0 до 47,5 мг/кг. Як і щодо амонійного азоту, дещо більша кількість NO_3 , особливо при врахуванні вмісту після заорювання однієї дози зеленого добрива, зазначено у ґрунті при закладенні редьки олійної, різниця з гірчицею становила 7,5 мг/кг. При внесенні «подвійної» дози сидерату відмінності скоротилися до 2,5 мг/кг, а

¹³⁹⁷ Шапкина Г.С. Подбор культур для промежуточных посевов. Земледелие, 1990, № 10. С. 36-37.

¹³⁹⁸ Яговенко Л.Л., Такунов И.П., Яговенко Г.Л. Влияние люпина на свойства почвы при его запашке на сидерацию. Агрохимия, 2003, № 6. С. 71-80.

загальний вміст нітратів у ґрунті підвищився на 55 і 30% відповідно при «пашці» гірчиці та редьки.

Застосування в якості сидерату редьки олійної забезпечило більше накопичення в ґрунті мінерального азоту, ніж гірчиці (на 5,2 і 1,3 мг/кг відповідно для варіантів 1 і 2). При цьому запас мінерального азоту в ґрунті під цією культурою практично не залежав від дози, а при закладенні гірчиці зростав у міру підвищення маси внесених у ґрунт рослин.

Було проведено також дослідження з вивчення впливу сидератів на агрофізичні властивості ґрунту та врожайність соняшника.

Найбільший вміст агрономічно цінної структури (0,25–10 мм) спостерігалось в шарі 0–10 см і в середньому становило 73,70%, у той час як за шарами 10–20 та 20–40 см воно становило 59,72 та 62,82 % відповідно.

Найменше агрономічно цінних агрегатів виявилось на контролі – 62,28%, тоді як під сидеральними культурами відмінності виявилися незначними – цей показник був у межах 65,23–66,54%.

Для якісної оцінки структури використовують коефіцієнт структурності (К), який ґрунтується на відношенні агрономічно цінних агрегатів до всіх інших. Діапазони оцінки такі: більше 1,5 – відмінний агрегатний стан, 1,5–0,67 – добрий, менше 0,67 – незадовільний.

Залежно від способу закладення сидеральні культури по-різному впливали на структурний стан ґрунту. На ділянках, де не передбачалося закладення сидератів, коефіцієнт структурності був вищим після гречки і становив, залежно від шару ґрунту, 2,05–3,74 (табл. 2.112).

Таблиця 2.112

Вміст різних фракцій структури ґрунту при закладенні різних сидеральних культур, %

Слой почвы, см	Контроль			Горчица			Гречиха			Соя		
	> 10 мм	0,25–10 мм	< 0,25 мм	> 10 мм	0,25–10 мм	< 0,25 мм	> 10 мм	0,25–10 мм	< 0,25 мм	> 10 мм	0,25–10 мм	< 0,25 мм
0–10	19,68	72,59	7,72	13,52	73,76	12,72	13,53	74,74	11,73	15,64	73,71	10,65
10–20	37,02	58,06	4,92	32,38	59,97	7,66	31,82	60,30	7,83	32,97	60,53	6,49
20–40	40,85	56,20	2,96	32,45	65,88	1,67	33,46	63,74	2,80	36,23	61,45	2,32

В іншому дослідженні встановлено, що розкладання органічної маси протікає у відомій послідовності¹³⁹⁹. За наявності сприятливих умов (вологість,

¹³⁹⁹ Матвиенко А.И. Влияние азота на микроциркуляцию углерода в почвах под листовницей сибирской и со-ной обыкновенной: дис. ... канд. биол. наук. Красноярск: СФУ ФНЦКНЦ СО РАН, 2017. 212 с.

температура) у перший період йде бурхливе виділення CO₂ та значне виділення аміаку, яке поступово зменшується. Збільшення вмісту нітратів виявляється при зменшенні інтенсивності виділення вуглекислоти і відповідно до зниження кількості аміаку в ґрунті.

Вплив певних сидеральних культур¹⁴⁰⁰ (табл. 2.113) на динаміку біологічної активності ґрунту представлений у табл. 2.114. За обсягами виділеної кількості діоксиду вуглецю динаміка різнилася залежно від термінів відбору зразка. Так, найбільший відсоток CO₂, що виділяється, відзначався в липні і становив від 1,20 до 6,86% на варіанті з фацелією.

Таблиця 2.113

Сидеральні культури, що вивчаються, терміни їх посіву та закладення в ґрунт¹⁴⁰¹

№ п/п	Сидеральна культура	Срок посева	Срок скашивання
1	Однорічна конюшина	2 декада серпня	2 декада жовтня
2	Амарант	1 декада серпня	2 декада жовтня
3	Чечевиця	2 декада серпня	1 декада жовтня
4	Фацелія	1 декада серпня	2 декада жовтня
5	Вигна	2 декада серпня	2 декада жовтня
6	Озима вика	2 декада серпня	2 декада жовтня 1 декада червня
7	Озиме жито	2 декада серпня	2 декада жовтня 1 декада червня
8	Люцерна	1 декада квітня	2 декада жовтня
9	Чина	1 декада серпня	2 декада жовтня

Якщо порівнювати отримані результати з дихання ґрунту, то можна провести порівняльну характеристику з контрольним варіантом, без застосування сидеральних культур, на контролі відсоток CO₂, що виділяється, був відзначений у травні та червні і склав 1,10 і 0,93 % відповідно. Показники дихання в контрольному варіанті були на 60–70% нижчими за показники з обробітком сидеральних культур. За результатами зазначеного можна констатувати, що кількість CO₂ за варіантами досвіду залежатиме від швидкості розкладання культур. При заоранні бобових культур розкладання сидератів відбуватиметься швидше, ніж небобових, але в деяких випадках небобові культури за концентрацією CO₂ у ґрунтового розчині можуть показувати найкращі результати внаслідок кліматичних умов, співвідношення температур і кількості опадів, що випали. Виділення вуглекислоти при розкладанні рослинної маси небобових та бобових сидеральних культур протікає у більш уповільненому темпі та носить тривалий характер.

¹⁴⁰⁰ Качмазов Д.Г. Сидерация в междурядьях плодового сада и виноградника Успехи современного естествознания. 2020. № 3. С. 7-14.

¹⁴⁰¹ Качмазов Д.Г. Сидерация в междурядьях плодового сада и виноградника Успехи современного естествознания. 2020. № 3. С. 7-14.

Таблиця 2.114

Вплив сидеральної культури на динаміку біологічної активності ґрунту
(кількість вуглекислоти, що виділяється з ґрунту, 2015 р.)¹⁴⁰²

Варіанти дослідів	Сумарна кількість рослинної маси, внесеної до ґрунту, т/га	Відноше ння С:N	Виділялось CO ₂ , об'ємні %>				
			9.05	19.05	8.06	5.07	26.07
Контроль (без сидератів)	–	–	0,56	1,10	0,93	1,12	1,15
Однорічна конюшина	3,3	5,2	1,27	2,64	2,68	3,12	2,53
Амарант	3,5	33,1	2,41	3,18	4,50	5,21	4,17
Сочевиця	3,6	10,2	2,84	4,11	7,02	4,33	3,29
Фацелія	6,7	26,6	1,87	2,86	5,45	6,86	4,34
Вигна	3,4	34,4	2,15	2,13	2,56	3,94	3,23
Озима вика*	1,4	32,2	1,33	1,23	1,45	1,20	1,24
Озиме жито*	1,5	23,4	1,17	1,13	1,15	1,24	1,20
Люцерна	3,6	17,3	2,13	2,54	2,37	2,76	1,98
Чина	3,7	22,4	4,32	2,54	3,45	3,23	2,34

Примітка. *Озима вика та озиме жито заорювались у жовтні.

Таблиця 2.115

Врожайність та середні прирости яблуні та винограду в залежності
від сидеральної культури¹⁴⁰³

Варіанти дослідів	Урожайність яблуні, т/га	Середній приріст, см	Урожайність винограду, т/га	Середній приріст, см
Контроль (без сидератів)	12,3	17,0	7,4	0,62
Однорічна конюшина	13,8	23,0	7,9	0,73
Амарант	16,2	28,7	8,2	0,86
Сочевиця	16,8	30,1	8,6	0,91
Фацелія	18,2	35,7	9,7	1,23
Вигна	14,0	22,3	7,5	0,74
Озима вика	14,2	24,6	7,8	0,78
Озиме жито	15,6	28,9	8,3	0,72
Люцерна	16,0	30,5	8,9	1,04
Чина	16,6	27,4	8,6	0,83

¹⁴⁰² Качмазов Д.Г. Сидерация в междурядьях плодового сада и виноградника // Успехи современного естествознания. 2020. № 3. С. 7-14.

¹⁴⁰³ Качмазов Д.Г. Сидерация в междурядьях плодового сада и виноградника // Успехи современного естествознания. 2020. № 3. С. 7-14.

При широкому відношенні С:N в рослинній масі, що розкладається, азот в першу чергу споживається мікроорганізмами. За даними сучасних дослідників, накопичення аміаку у ґрунті відбуватиметься лише за умови, якщо відношення між вуглецем та азотом перевищить 25:1. При меншому відношенні аміак не накопичується, тому що їх використовують мікроорганізми для побудови тіла^{1404 1405}. Азот, що зазнав біологічного зв'язування, лише тимчасово стає недоступним для рослин. Після відмирання мікроорганізмів азотисті сполуки мікробних тіл піддаються знову процесам амоніфікації та нітрифікації, тобто мінералізуються з утворенням доступного для рослин аміачного та нітратного азоту.

Таким чином, зв'язування аміаку мікробами при розкладанні органічної маси небобових та бобових сидератів є позитивним явищем для живлення плодкових дерев молодого саду.

У дослідженнях¹⁴⁰⁶, згідно з даними *табл. 2.114*, доведено, що при посіві сидеральних культур у другій половині літа у поєднанні з чистим паром у першій половині вегетаційного періоду створюються оптимальні умови для молодого саду. У другій половині літа ґрунт знаходиться під покровом сидератів, що зменшує надходження азоту до молодих пагонів дерев, що ростуть. У зв'язку з цим припиняється їхнє зростання, прискорюється дозрівання деревини, і в результаті підвищується зимостійкість дерева. При поєднанні чистої пару в першу половину літа та зеленого добрива у другу плодів культури добре забезпечуються поживними речовинами та вологою в період зав'язування та формування плодів, у той же час ґрунт міжрядь самоочищується від бур'янів. При заоранні озимої віки та жита у весняний період максимум накопичення нітратів спостерігався у серпні, що негативно позначалося на перезимівлі молодих яблуневих дерев та виноградних лоз.

Система добрива в міжряддях молодих садів та виноградників при застосуванні сидеральних культур має бути спрямована на покращення стану рослин, прискорене плодоношення та отримання високих та стійких урожаїв. Оцінку врожайності та довжини приростів різних сортів яблуні та винограду в залежності від сидеральної культури наведено в *табл. 2.114–2.115*.

Найбільш висока врожайність яблуневого саду та виноградника була на варіантах з фацелією, сочевицею, чиною та амарантом. При цьому яблуневі дерева дали понад 16 т/га плодів, а виноградні рослини понад 8 т/га винограду, що перевищує контроль на 2–4 т/га. У цих варіантах були отримані найбільш високі прирости однорічної деревини на плодкових деревах і виноградних лозах.

¹⁴⁰⁴ Масютенко Н.П. Трансформация органического вещества в черноземных почвах ЦЧР и системы его воспроизводства. М.: Россельхозакадемия, 2012. 150 с.

¹⁴⁰⁵ Постников Д.А., Темирбекова С.К., Лошаков В.Г., Норов М.С., Курило А.А. Сравнительная агроэкологическая оценка применения традиционных и перспективных сидеральных культур в условиях Московской области. Достижения науки и техники АПК. 2014. № 8. С. 39-43.

¹⁴⁰⁶ Качмазов Д.Г. Сидерация в междурядьях плодового сада и виноградника // Успехи современного естествознания. 2020. № 3. С. 7-14.

В інших дослідженнях¹⁴⁰⁷ відмічається, що як видно з *табл. 2.116*, структура ґрунту під різними покривними культурами і на різній глибині відрізняється за значеннями.

Таблиця 2.116

Структурно-агрегатний склад ґрунту за різних сидератів (2019 р.)¹⁴⁰⁸

№	Варіант досліджу	Глибина відбору зразків, см	Відсоток структурних агрегатів за розміром діамет						ру, %/мм	
			> 10	10–7	7–5	5–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	< 0,25
1	Без сидерату	0–10	8,8	5,6	16,4	20,8	14,4	9,9	12,1	12,0
		10–20	7,6	5,6	6,5	18,4	18,4	8,4	12,0	23,1
		20–30	2,0	5,0	5,5	22,0	21,4	7,7	12,6	23,8
2	Фацелія	0–10	12,9	4,5	5,5	16,3	17,4	11,0	13,9	18,5
		10–20	19,6	7,2	7,7	20,2	14,6	7,3	9,5	13,9
		20–30	17,7	5,8	5,0	18,0	17,2	7,7	10,5	18,1
3	Конюшина червона	0–10	10,6	4,5	6,0	16,9	19,8	7,6	12,2	22,4
		10–20	3,2	1,9	4,9	16,4	20,1	9,9	14,3	29,3
		20–30	11,7	5,8	5,2	19,4	19,1	7,1	10,9	20,8
4	Конюшина біла	0–10	4,2	2,4	2,8	15,7	22,2	10,1	15,1	27,5
		10–20	6,5	5,5	4,4	19,4	20,5	7,6	11,7	24,4
		20–30	4,4	2,9	5,6	25,6	21,6	8,4	11,2	20,3
5	Райграс однорічний	0–10	26,5	2,9	3,9	11,3	17,4	8,6	11,8	17,6
		10–20	4,6	5,6	4,6	16,4	18,8	9,4	13,6	27,0
		20–30	8,9	9,2	6,1	17,7	16,9	8,9	11,1	21,2
6	Гірчиця біла	0–10	9,8	4,1	7,6	19,6	17,7	9,3	14,0	18,2
		10–20	21,2	–8,4	6,2	18,5	14,6	6,9	9,6	14,6
		20–30	16,4	5,7	7,0	22,9	17,9	6,5	8,7	14,9
7	Еспарцет	0–10	3,4	3,4	2,8	13,7	19,9	11,6	16,2	29,0
		10–20	7,3	3,4	4,6	15,2	19,6	8,9	13,4	27,6
		20–30	4,9	3,8	4,8	18,5	21,3	8,8	12,5	25,4
	НІР05	0–10	1,1	0,6	1,4	1,9	1,2	0,8	1,6	0,7
		10–20	1,8	1,7	0,4	2,0	1,1	0,4	1,3	1,1
		20–30	2,0	0,9	1,3	1,0	1,0	0,8	0,5	1,3

У 2019 році під фацелією кількість агрегатів менше 0,25 мм знаходиться майже на одному рівні на глибинах 010 і 20–30 см (18,5–18,1 %). В шарі 0–10 см збільшується частка глибистих агрегатів та агрегатів розміром 10–2 мм.

Під конюшиною червоною спостерігалася зворотна тенденція. На глибині 10–20 см значно збільшилася частка агрегатів менше 2 мм, особливо двох найдрібніших фракцій.

¹⁴⁰⁷ Ярошук Р.А., Захарченко Е.А., Коваленко І.М., Ярошук С.І., Клименко Г.О. Структурно-агрегатний склад ґрунту під різними сидератами у міжряддях *Ginkgo biloba* L. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія», випуск 2020. 4 (42). С. 23-32.

¹⁴⁰⁸ Ярошук Р.А., Захарченко Е.А., Коваленко І.М., Ярошук С.І., Клименко Г.О. Структурно-агрегатний склад ґрунту під різними сидератами у міжряддях *Ginkgo biloba* L. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія», випуск 2020. 4 (42). С. 23-32.

Під конюшиною білою не виявлено таких змін, як під конюшиною червоною, але, як і у фацелії, частка глибистих агрегатів була більше у шарі 10–20 см. В даному випадку підвищився і відсоток агрегатів діаметром 7–2 мм. Тим не менш, частка найдрібніших агрегатів зменшилася з глибиною з 27,5 % до 30 %.

Під райграсом однорічним спостерігалася найбільша кількість макроструктурних агрегатів більше за 10 мм у діаметрі серед всіх сидератів – 26,5 %. На глибині 10–20 см, як і у випадку з конюшиною червоною відмічений спад їхньої кількості та особливо велика різниця між значеннями по всіх шарах ґрунту у відсотках агрегатів діаметром менше 0,25 мм.

Під гірчицею білою у 2019 році також відмічається перепад у значеннях з глибинами. На глибині 10–20 см найбільших за діаметром агрегатів найвищий відсоток 21,2 %, встановлено і збільшення часток діаметром 5 і менше мм.

Під еспарцетом, як і під конюшиною червоною, отримано збільшення фракції діаметром менше 1 мм в шарі 0–10 см. У наступному шарі дещо збільшується відсоток часток діаметром більше 1 мм, 5–2 мм. На глибині 20–30 см відбувалося підвищення частки агрегатів менше 5 мм.

Відмічається стабільність агрегатів діаметром 7–5 мм по варіантах досліду у шарі 10–20 см, дуже близькі величини у сидератів, окрім фацелії та гірчиці.

На ділянці без сидерату більший відсоток мали агрегати діаметром 5–2 мм – 20,8 %, а найменший – 10,7 % в шарі 0–10 см, а у шарі 10–20 см мали найвищий відсоток агрегати менше 0,25 мм та 5–1 мм.

В *табл. 2.117* представлені результати визначення структурного стану у зразках ґрунту 2020 року.

У 2020 році на ділянці з сидератами спостерігається більше накопичення з глибиною найдрібнішої фракції у шарі 10–20 см. У шарі 0–10 см частки менше 0,25 мм та 2–1 мм, 5–2 мм у діаметрі відрізнялися більшими відсотками – 23,2 %, 22,5 %, 19,3 % відповідно.

Під фацелією сформувався горизонт 0–30 см з більш вищим відсотком фракції менше 0,25 мм, значення знаходяться у межах 22,4–29,7 %.

Під конюшиною червоною також відмічена подібна тенденція, як і у фацелії, в шарі 10–20 см маємо вищі цифри часток діаметром менше 0,25 мм за показники на інших глибинах. Причому саме під фацелією тут найвищий показник серед усіх варіантів – 34,2 %.

На ділянці з конюшиною білою з глибиною також відбувається перерозподіл часток з різними діаметрами. Виявлений більший відсоток фракції менше 0,25 мм по всіх глибинах, далі частки 5–1 мм у діаметрі. Оцінюючи розподіл фракцій треба відмітити, що у більшості варіантів відбувається суттєве зниження відсотку часток 1–0,5 мм, причому різниця як за глибиною, так і між сидератами не така різка, як по інших за розміром часток, за винятком райграсу. Під ним більший відсоток мали як раз частки менше 0,25 мм – 24,5–32,0 %, 2–1 мм – 16,6–19,0, 1–0,5 мм – 19,4 %–7,3 %.

Структурно-агрегатний склад ґрунту за різних сидератів (2020 р.)¹⁴⁰⁹

№	Варіант досліджу	Глибина відбору зразків, см	Відсоток структурних агрегатів за					розміром діаметру, %/мм		
			> 10	10-7	7-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	< 0,25
1	Без сидерату	0-10	3,2	4,7	4,6	19,3	22,5	8,5	14,0	23,2
		10-20	3,7	4,0	4,2	18,4	20,0	9,2	13,9	26,6
		20-30	0,6	4,6	8,5	28,3	20,6	7,9	11,0	18,5
2	Фацелія	0-10	4,8	4,5	5,5	15,6	19,2	8,5	15,1	26,8
		10-20	3,4	4,2	5,8	17,7	19,1	7,4	13,2	29,2
		20-30	6,6	6,1	6,7	21,8	20,0	8,2	8,2	22,4
3	Конюшина червона	0-10	6,7	3,6	4,1	16,2	17,6	8,0	14,1	29,7
		10-20	2,3	1,9	4,4	17,5	17,5	8,7	13,5	34,2
		20-30	5,7	5,4	6,4	21,5	19,7	6,9	11,0	23,4
4	Конюшина біла	0-10	6,8	2,7	5,4	19,7	21,6	7,6	12,6	23,6
№	Варіант досліджу	Глибина відбору зразків, см	Відсоток структурних агрегатів за					розміром діаметру, %/мм		
			> 10	10-7	7-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	< 0,25
		10-20	5,6	3,7	6,4	20,9	19,4	8,0	11,7	24,3
		20-30	8,2	8,4	6,9	21,2	17,4	7,0	9,9	21,0
		0-10	9,2	4,8	5,6	6,8	16,6	19,4	13,1	24,5
5	Райграс однорічний	10-20	5,8	3,5	4,2	16,1	18,3	7,3	12,8	32,0
		20-30	5,1	4,3	5,0	21,1	19,0	7,5	11,1	26,9
		0-10	3,7	2,3	5,0	19,4	18,3	11,5	10,5	22,4
6	Гірчиця біла	10-20	3,9	4,7	5,8	22,1	19,5	8,2	11,8	24,0
		20-30	4,4	3,9	5,5	20,1	21,4	7,9	12,6	24,2
		0-10	3,2	2,4	5,2	18,6	21,7	8,4	13,4	27,1
7	Еспарцет	10-20	3,3	4,1	5,2	21,4	20,9	8,1	12,8	24,2
		20-30	5,1	7,0	8,5	24,1	19,5	6,9	10,0	18,9
		0-10	1,1	0,8	0,4	0,7	0,7	0,5	0,6	0,8
НІР05		10-20	0,6	0,6	0,5	0,7	0,6	0,4	0,9	0,5
		20-30	0,7	0,5	0,5	0,3	0,5	0,4	0,8	0,5

На ділянці з гірчицею між глибинами відсутні різкі перепади у показниках, як у попередніх варіантах. Також вищий відсоток фракції менше 0,25 мм та 5-1 мм. Схожу картину маємо і під еспарцетом, але тут простежується істотне зниження фракції менше 0,25 мм з глибиною за рахунок збільшення часток з діаметром більше 2 мм.

В табл. 3 представлено дані розрахунку коефіцієнту структурності ґрунту за два роки досліджень і у середньому, та частку агрономічно цінної структури з діаметром 10-0,25 мм.

В Китаї на лесовому плато досліджено різницю утримання міжряддя яблуні як звичайний обробіток, використано райграс як покривна культура,

¹⁴⁰⁹ Ярошук Р.А., Захарченко Е.А., Коваленко І.М., Ярошук С.І., Клименко Г.О. Структурно-агрегатний склад ґрунту під різними сидератами у міжряддях *Ginkgo biloba* l. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія», випуск 2020. 4 (42). С. 23-32.

мульча кукурудзи та агроволокно темного кольору. Використання райграсу збільшувало вологу, покращувало вміст органічної речовини на 11,8 %, підвищувало мікробіологічну активність, збільшувало взаємодію між різними бактеріями на користь якості ґрунту¹⁴¹⁰. Доцільність висіву райграсу на схилах підтверджено і іншими вченими Китаю^{1411 1412}.

В Канаді на важкосуглинкових ґрунтах тривале вирощування овочевих культур призвело до деградації ріллі, тому увага вчених була прикута до використання сидератів та їх ефективності. Була вивчена ефективність таких сидератів як райграс однорічний, ячмінь ярий, жито посівне. Порівняно з ділянкою без сидератів, дослідниками встановлено, що однорічний райграс та жито посівне збільшували розмір структурних агрегатів і практично всі три вказаних види сидератів підвищували вміст екстрагованих кислотою полісахаридів. У вегетаційному досліді проведено інкубування ґрунту на 2,4, та 8 тижнів із сидератами з дослідного поля, у разі чого було встановлено, що всі рештки сидератів сприяли збільшенню діаметру агрегатів та відсоток водостійких агрегатів 2–6 мм у діаметрі в усі періоди інкубації. Також вченими встановлена залежність між застосуванням сидератів, їх видами та вмісту екстрагованих полісахаридів¹⁴¹³.

Визначення структурно-агрегатного складу методом мокрого просіювання ґрунту під сидератом жито озиме свідчить про підвищення середнього значення ваги ґрунтових агрегатів на 55 %, порівняно з ділянками без сидератів на глибині 0–10 см і на 29 % на глибині 10–20 см¹⁴¹⁴. Сидерат створює водостійку агрегованість за достатньо короткий час, але зміни у щільності ґрунту, вміст органічної речовини та загальному ґрунтовому азоті не істотні.

За даними Г. Господаренко та О. Лисянського вміст оксиду кальцію у надземній масі гірчиці білої становив 95–129, гречки 99–133 кг/га, а за мінерального удобрення вміст СаО підвищується на 3–40 % порівняно з неудобреним варіантом; оксид фосфору в біомасі гірчиці підвищується до 43–66, гречки 76–114 %. Таким чином, під гірчицею накопичується на 5–35 більше азоту, під гречкою 7–44 %, порівняно з контролем. Тобто, використовуючи названі сидерати, покращується поживний режим ґрунту, вміст кальцію, який

¹⁴¹⁰ Wang, Y., Liu, L., Luo, Y., Awasthi, M. K., Yang, J., Duan, Y., Li, H., & Zhao, Z. Mulching practices alter the bacterial/fungal community and network in favor of soil quality in a semiarid orchard system, *Science of The Total Environment*. 2020. 725, 138527.

¹⁴¹¹ . Liu, X., Yu, X., Fan, D., & Jia, G. Effects of ryegrass canopy and roots on the distribution characteristics of eroded sediment particles during heavy rainfall events on steep loess cinnamon slopes in Zhangjiakou, China. *Land degradation and development*. 2021. 32(4), 1643–1655

¹⁴¹² He, H. B., Li, W. X., Zhang, Y. W., Cheng, J.-K., Jia, X. Y., Li, S., Yang, H. R., Chen, B. M., & Xin, G.R. Effects of Italian ryegrass residues as green manure on soil properties and bacterial communities under an Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.)-rice (*Oryza sativa* L.) rotation. *Soil and Tillage Research*. 2020. 196, 104487.

¹⁴¹³ Liu Aiguo Ma, B. L. & Bomke, A. A. Effects of Cover Crops on Soil Aggregate Stability, Total Organic Carbon, and Polysaccharides. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2005. 69. 2041–2048.

¹⁴¹⁴ Rorick, J. D., & Kladvik, E. J. Cereal rye cover crop effects on soil carbon and physical properties in southeastern Indiana. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2017. 72(3). 260–265.

може позитивно впливати на формування структури ґрунту. Також уманські вчені наголошують на стимулюючу дію на проростання та розвиток рослин таких сидератів як гірчиця біла, редька олійна, вика яра та гречка, але при цьому відбувається значне зниження енергії проростання насіння основної культури – пшениці озимої. За використання буркуну білого, спостерігався алелопатичний ефект – пригнічення за всіма показниками. Вчені говорять про гірчицю як про рослину–гербіцид. Також вказують на те, що вона оздоровлює ґрунт від патогенів та деяких шкідників, покращує фізичні показники та поживний режим ґрунтів.

Згідно шкали С. І. Долгова та П. У. Бахтіна, структура ґрунту, в якому 40–60 % агрономічно цінних агрегатів вважається задовільною, 60–80 – доброю і більше 80 % – відмінною, тобто ґрунт є відмінно оструктуреним. За М. І. Савіновим, цінними агрегатами є частки розміром 0,25–10 мм. Частки 10–0,25 мм називають грудочкуватими, понад 10 мм – брилисті, менше 0,25 мм – мікроструктури. Ґрунти за коефіцієнтом структурності, у свою чергу, класифікують наступним чином: більше 1,5 – відмінний агрегатний стан; 1,5–0,67 – добрий агрегатний стан; менше 0,67 – незадовільний агрегатний стан. В нашому досліді по всіх варіантах та глибинах коефіцієнт структурності відносився до відмінного агрегатного складу, окрім райграсу при відборі зразків на глибині 10–20 см у 2019 році – 1,3 (табл. 2.118).

В роботі Ю. Г. Міщенко¹⁴¹⁵, що проведена в умовах Сумського НАУ у зерно-просапній польовій сівозміні, було встановлено, що післязжнивний сидерат з фацелії, який був зароблений у кінці жовтня показав перевагу брилистої фракції у шарі 0–10 см і становив 18,2 %. У досліді спостерігається зворотна тенденція, можливо тут факторами виявленої різниці є те, що у землеробстві сидерат зароблений восени, а у нашому досліді фацелія була посіяна навесні і залишалася на місці до осені. Вміст цінної структури після фацелії отримано у Ю. Г. Міщенко – 74,8 мм, часток більше 1 мм – 85,9 %; коефіцієнт структурності – 2,98. Також підкреслюється, що за різних способів основного обробітку ґрунту вміст агрономічно цінних агрегатів у шарі 10–20 см зменшується, але відмічається зростання часток діаметром більше 10 мм, порівняно із шаром 0–10 см. Подібну тенденцію ми спостерігаємо у 2019 році під фацелією, конюшиною білою, гірчицею, еспарцетом. Обробіток ґрунту з обертанням пласта у досліді Ю. Г. Міщенко сприяв коефіцієнту структурності 2,0, поверхневого обробітку – 1,77¹⁴¹⁶ (рис. 2.80–2.81).

¹⁴¹⁵ Ярошук Р.А., Захарченко Е.А., Коваленко І.М., Ярошук С.І., Клименко Г.О. Структурно-агрегатний склад ґрунту під різними сидератами у міжряддях *Ginkgo biloba* L. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія», випуск 2020. 4 (42). С. 23-32.

¹⁴¹⁶ Ярошук Р.А., Захарченко Е.А., Коваленко І.М., Ярошук С.І., Клименко Г.О. Структурно-агрегатний склад ґрунту під різними сидератами у міжряддях *Ginkgo biloba* L. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія», випуск 2020. 4 (42). С. 23-32.

Агрономічно цінна структура та коефіцієнт структурності ґрунту у роки досліджень¹⁴¹⁷

№	Варіант	Глибина відбору зразків, см	Коефіцієнт структурності			Частки розміром 10–0,25 мм, %		
			2019	2020	Середнє за 2019–2020 рр.	2019	2020	Середнє за 2019–2020 рр.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Без сидерату	0–10	3,8	2,8	3,3	79,2	73,6	76,4
		10–20	2,3	2,3	2,3	69,3	69,7	69,5
		20–30	2,7	4,2	3,4	80,9	80,9	80,9
2	Фацелія	0–10	2,2	2,2	2,2	68,6	68,4	68,5
		10–20	1,9	2,0	1,9	66,5	67,4	67,0
		20–30	1,8	2,4	2,1	64,2	71,0	67,6
3	Конюшина червона	0–10	2,0	1,7	1,8	67,0	63,6	65,3
		10–20	2,1	1,7	1,9	67,5	63,5	65,5
		20–30	2,1	2,4	2,2	67,5	70,9	69,2
4	Конюшина біла	0–10	2,1	2,3	2,2	68,3	69,6	69,0
		10–20	6,3	2,3	4,3	69,1	70,1	69,6
		20–30	3,0	2,4	2,7	75,3	70,8	73,1
5	Райграс од-норічний	0–10	1,3	1,9	1,6	55,9	66,3	61,1
		10–20	2,2	1,6	1,9	68,4	62,2	65,3
		20–30	2,3	2,1	2,2	69,9	68,0	69,0
5	Гірчиця біла	0–10	2,6	2,6	2,6	72,0	67,0	69,5
		10–20	1,8	2,6	2,2	64,2	72,4	68,3
		20–30	2,2	2,5	2,3	68,7	71,4	70,1
7	Еспарцет	0–10	2,1	2,3	2,2	67,6	69,7	68,7
		10–20	1,9	2,6	2,3	65,1	72,5	68,8
		20–30	2,3	3,1	2,7	69,7	76,0	72,9
	НІР05 для шару 0–30 см		0,3	0,2		0,6	0,4	

Для середньосуглинкового ґрунту, який використовувався і у нашому досліді, характерний більший відсоток макроагрегатів з діаметром більше 10 мм. Так, встановлено, що чим більш інтенсивніше обробляється ґрунт, тим більше дрібноземної фракції. Коефіцієнт структурності залежить від гідротермічних умов, строку відбору зразків, способів, термінів та глибини обробітку ґрунту, а також, у цілому, від всіх агрофізичних показників. Цей показник на чорноземі типовому при вирощуванні пшениці озимої зменшувався протягом вегетації, навесні мав цифри в межах 1,8–9,0, у середині липня вже 2,4–3,0.

¹⁴¹⁷ Ярошук Р.А., Захарченко Е.А., Коваленко І.М., Ярошук С.І., Клименко Г.О. Структурно-агрегатний склад ґрунту під різними сидератами у міжряддях *Ginkgo biloba* L. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія», випуск 2020. 4 (42). С. 23-32.



Рисунок 2.80 – Розвиток кореневої системи проміжних та сидеральних культур, що сприяє оструктуруванню та розпушенню ґрунту¹⁴¹⁸



Рисунок 2.81 – Стан орного горизонту ґрунту за вирощування суміші сидератів (дослідне поле компанії Кернел по вивченню сидерації¹⁴¹⁹)

¹⁴¹⁸ Сидерати – ще один спосіб зберегти родючість ґрунту. URL: <https://www.agroone.info/publication/siderati-shhe-odin-sposib-zberegiti-rodjuchist-gruntu/>.

Відмічається¹⁴²⁰, що сидерати при вирощуванні їх як проміжні культур значно пом'якшують добові зміни температури ґрунту у весняний період. Проникаючи глибоко в ґрунт, їх коренева система підвищує водопровідність ґрунту, а це позитивно впливає на баланс води в ґрунті і, нарешті, в результаті розкладання 50–60 тонн рослинної речовини виділяється більше 10–15 тонн вуглекислоти, а в ґрунті збільшується кількість дрібних колючок. Під впливом сидерації, головним чином результатом накопичення гумусу, у ґрунті відбувається накопичення агрегатів. Внесення органічних мас змінює фізичні властивості ґрунту. При цьому значна зміна відбувається в орному шарі.

Встановлено, що внесення сидеральних культур сприяло зниженню щільності ґрунту в шарі 0–20 см 1,39–1,32, шарі 20–40 см 1,46–1,39 г/см³ проти відповідно 1,45 і 1,51 у контролі (табл. 2.119).

При використанні сидеральних культур на луговому сіроземі різниця між контрольним та сидеральним варіантами була: у шарі 0–20 см – 0,06–0,13 г/см³; у шарі 20–40 см – 0,06–0,12 г/см³.

Таблиця 2.119

Об'ємна маса ґрунту при заоранні сидеральних культур (г/см³)¹⁴²¹

№	Варіанти дослідів	Шари ґрунту	Строки проведення аналізів		
			10.V	1.VII	1.X
		см			
1	Зяб (контроль)	0–20	1.29	1.37	1.45
		20–40	1.38	1.45	1.51
2	Горох	0–20	1.30	1.34	1.36
		20–40	1.37	1.42	1.45
3	Жито	0–20	1.30	1.35	1.39
		20–40	1.38	1.43	1.46
4	Тифон	0–20	1.27	1.33	1.34
		20–40	1.36	1.40	1.42
5	Горох +жито	0–20	1.27	1.33	1.34
		20–40	1.36	1.40	1.42
6	Тифон+жито	0–20	1.30	1.34	1.35
		20–40	1.36	1.41	1.43
7	Тифон+горох+жито	0–20	1.28	1.30	1.32
		20–40	1.37	1.40	1.39

¹⁴¹⁹ АгроПолігон Кернел Сидерати. URL: <https://kurkul.com/blog/468-agropolygon-kernel-siderati-ostannya-dekada-jovtnya>.

¹⁴²⁰ Холманов Н.Т. Сидеральные культуры улучшают физические свойства луговых сероземных почв Узбекистане. Евразийский научный журнал. 2019. № 1. <https://journalpro.ru/articles/sideralnye-kultury-uluchshayut-fizicheskie-svoystva-lugovykh-serozemnykh-pochv-uzbekistane/>.

¹⁴²¹ Холманов Н.Т. Сидеральные культуры улучшают физические свойства луговых сероземных почв Узбекистане. Евразийский научный журнал. 2019. № 1. <https://journalpro.ru/articles/sideralnye-kultury-uluchshayut-fizicheskie-svoystva-lugovykh-serozemnykh-pochv-uzbekistane/>.

Серед сидеральних культур ур варіант тифон+горох+жито суттєво впливав на зміну об'ємної маси ґрунту.

Зроблено висновки¹⁴²², що сидеральні культури більш позитивно впливають на фізичні властивості лугових сіроземних ґрунтів; покращується водний режим, збільшується найбільша кількість агрономічних цінних агрегатів (розмірам 0,25–10 мм), знижується об'ємна маса; оптимізація агрофізичних режимів у ґрунтах забезпечує підвищення врожайності бавовнику.

Вплив на фракційний склад сірих лісових ґрунтів відмічена і в дослідженнях Е.О. Котова¹⁴²³. У його дослідженнях – тип ґрунту: сіра лісова ґрунт. У схемі польового досвіду представлені такі варіанти: 1. Чиста пара + гній 40 т/га (контроль); 2. Овес + N₆₀P₆₀K₆₀; 3. Овес + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀; 4. Ячмінь + N₆₀P₆₀K₆₀; 5. Ячмінь + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀; 6. Пшениця + N₆₀P₆₀K₆₀; 7. Пшениця + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀; 8. Люпин + N₆₀P₆₀K₆₀; 9. Люпин + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. Розглянуто вплив сидеральних сільськогосподарських культур на зміну агрофізичних властивостей ґрунту (структурно-агрегатний склад ґрунту, щільність ґрунту, вологість ґрунту). У проведених дослідженнях найбільша маса надземної частини рослин відзначена у люпину вузьколистого, яка в 2 рази перевищувала аналогічний показник в інших досліджуваних культур, і склала у варіанті люпин + N₆₀P₆₀K₆₀ – 24,04 т/га, а у варіанті люпин + N₆₀P₆₀K₆₀ т/га. Дослідження впливу сидератів на агрофізичні властивості ґрунту показали, що формування більшої вегетативної маси рослин у варіантах з високими дозами добрив забезпечило: максимальне зниження об'ємної маси ґрунту, значне покращення гранулометричного складу ґрунту, збільшення коефіцієнта структурності. Високий коефіцієнт структурності порівняно з контролем спостерігається у випадках: люпин + N₆₀P₆₀K₆₀ і люпин + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀, а найменший у варіанті: овес + N₆₀P₆₀K₆₀. Найбільше вміст агрономічно цінних агрегатів фракції 0,25–10 мм також відзначено у варіанті люпин + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ – 74,5%, що на 2,7% вище порівняно з контролем. Таким чином, ефективність сидерації, як прийому фітомеліорації, багато в чому залежить від закладеної в ґрунт зеленої маси рослин (табл. 2.120–2.121).

Дослідження показали, що при заорюванні сидеральних сільськогосподарських культур вміст агрономічно цінних агрегатів фракції 0,25–10 мм підвищився порівняно з контролем на 0,5–2,7% у всіх випадках. Таким чином, відбувається оструктурування ґрунту у всьому орному шарі. Найбільший вміст агрономічно цінних агрегатів фракції 0,2510 мм зазначено у варіанті: люпин + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ – 74,5%, що на 2,7% вище порівняно з контролем. Отже, при заоранні зеленої маси рослин відбувається і збагачення ґрунту

¹⁴²² Холманов Н.Т. Сидеральные культуры улучшают физические свойства луговых сероземных почв Узбекистане. Евразийский научный журнал. 2019. № 1. <https://journalpro.ru/articles/sideralnye-kultury-uluchshayut-fizicheskie-svoystva-lugovykh-serozemnykh-pochv-uzbekistane/>.

¹⁴²³ Котов Е.О. Эффективность применения сидератов как приема фитомелиорации серых лесных почв орловской области. Вестник аграрной науки. 2020. 2(83). С. 157-164.

свіжою органічною речовиною (при розкладанні поживно-кореневої маси рослин), а рослини, у свою чергу, також впливають на формування агрегатів ґрунту шляхом розклинювання її корінням.

Таблиця 2.120

Структурно-агрегатний склад ґрунту, %¹⁴²⁴

Варіант	Розмір фракцій, мм			Коефіцієнт структурності (К)
	<0,25 мм	10–25 мм	>10 мм	
Чистий пар + гній (контроль)	17,8	71,8	10,4	2,55
Овес + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,7	72,3	10,0	2,6
Овес + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	17,0	72,5	10,5	2,63
Ячмінь + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,3	73,3	9,4	2,74
Ячмінь + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	17,3	73,5	9,2	2,77
Пшениця + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,9	72,8	9,3	2,67
Пшениця + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	18,3	73,0	8,7	2,7
Люпин + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	18,6	73,4	8,0	2,75
Люпин + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	17,2	74,5	8,3	2,9

Для характеристики структурного складу ґрунту введено коефіцієнт структурності (К). Високий коефіцієнт структурності порівняно з контролем (чистою паром) спостерігається у варіантах: люпин + N₆₀P₆₀K₆₀ та люпин + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀, а найменший у варіанті: овес + N₆₀P₆₀K₆₀.

Таблиця 2.121

Щільність ґрунту залежно від виду сидеральних культур та доз мінеральних добрив (середні дані 2016–2018 рр.)¹⁴²⁵

Варіант	Щільність ґрунту, г/см ³				
	травень	червень	липень	серпень	вересень
Чистий пар + гній (контроль)	1,39	1,37	1,37	1,36	1,34
Овес + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,28	1,32	1,11	1,13	1,21
Овес + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,28	1,33	1,09	1,10	1,19
Ячмінь + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,28	1,33	1,13	1,15	1,24
Ячмінь + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,27	1,32	1,11	1,13	1,21
Пшениця + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,28	1,31	1,15	1,18	1,26
Пшениця + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,28	1,32	1,14	1,17	1,25
Люпин + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,27	1,30	1,09	1,11	1,17
Люпин + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,27	1,30	1,05	1,08	1,15

¹⁴²⁴ Котов Е.О. Эффективность применения сидератов как приема фитомелиорации серых лесных почв орловской области. Вестник аграрной науки. 2020. 2(83). С. 157-164.

¹⁴²⁵ Котов Е.О. Эффективность применения сидератов как приема фитомелиорации серых лесных почв орловской области. Вестник аграрной науки. 2020. 2(83). С. 157-164.

Заробка зеленої маси рослин сприяло зниженню об'ємної маси ґрунту. Так, якщо у весняний період після посіву культурних рослин щільність ґрунту у всіх випадках на ділянці була в межах 1,26–1,28 г/см³, після закладення вегетативної маси в липні щільність ґрунту помітно зменшилася. У цьому значний вплив цей показник справили випробувані культури. У варіанті закладення зеленої маси вівса об'ємна маса склала 1,11–1,09 г/см³, у варіанті закладення зеленої маси ячменю об'ємна маса склала 1,13–1,11 г/см³, у варіанті закладення зеленої маси пшениці об'ємна маса склала 1,15–1,14 г/см³. Найбільш істотне зниження щільності ґрунту відзначено у варіанті із закладенням зеленої маси люпину – 1,09–1,05 г/см³.

У період вегетації сидеральних сільськогосподарських культур спостерігалось зниження вологості ґрунту, оскільки йде витрата вологи на ростові процеси, а в контрольному варіанті спостерігалось підвищення вологості ґрунту за місяцями з травня по вересень – від 9,22 до 12,30% (шар 0–20 см). З отриманих даних встановлено, що шар ґрунту 0–20 см більш зволожений у порівнянні з шаром ґрунту 0–40 см.

Встановлено, що в орному шарі в умовах сірих лісових ґрунтів вологість ґрунту після заорювання сидеральних сільськогосподарських культур практично вирівнюється з контролем (чистий пар + гній 40 т/га), особливо у варіантах люпин + N₆₀P₆₀K₆₀ і люпин + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀.

Таким чином, дослідження впливу сидератів на агрофізичні властивості ґрунту показали, що формування більшої вегетативної маси рослин у варіантах з високими дозами добрив забезпечило: максимальне зниження об'ємної маси ґрунту, значне покращення гранулометричного складу ґрунту, збільшення коефіцієнта структурності. Високий коефіцієнт структурності порівняно з контролем спостерігається у варіантах: люпин + N₆₀P₆₀K₆₀ і люпин + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀, а найменший – у варіанті овес + N₆₀P₆₀K₆₀¹⁴²⁶.

Вказується¹⁴²⁷, що найчастіше оцінка дії сидератів як попередників на врожайність і якість культур, наступних їх у сівозмінах, позитивна^{1428 1429 1430}. Про це свідчать результати досліджень, проведених у різних регіонах РФ і присвячених, переважно, впливу зелених добрив на продуктивність зернових культур^{1431 1432 1433}. Найменшою мірою у наукових джерелах представлена дія

¹⁴²⁶ Котов Е.О. Эффективность применения сидератов как приема фитомелиорации серых лесных почв орловской области. Вестник аграрной науки. 2020. 2(83). С. 157-164.

¹⁴²⁷ Самутенко Л.В., Миловских Т.А. Оценка разнородных сидератов как предшественников в севооборотах о. Сахалин. Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 11 (77). Часть 2. С. 46-50.

¹⁴²⁸ Платонычева Ю. Н. Эффективность сидератов на темно-серой лесной почве / Ю. Н. Платонычева, Н. В. Полякова, М. А. Нарчев и др. Земледелие, 2011. № 7. С. 17-19.

¹⁴²⁹ Гусев Г. С. Эффективность предшественников озимой ржи на дерново-подзолистой слабogleеватой почве / Г. С. Гусев, А. А. Смоленкова. Земледелие, 2013. № 2. С. 31-33.

¹⁴³⁰ Системы интенсивного культивирования растений / Под ред. Е. И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1987. 255 с.

¹⁴³¹ Скорочкин Ю. П. Сидеральный пар и солома – элементы биологизации земледелия в условиях Северо-Восточной части ЦЧР. Земледелие, 2011. № 3. С. 20-21.

сидератів на інші культури. Дослідження показали, що в середньому у ґрунт із рослинною масою сидератів може надходити понад 220 кг азоту, 60 кг фосфору, понад 130 кг калію на 1 га. Інші автори¹⁴³⁴ з посиланням на дослідження¹⁴³⁵ говорять про 100 кг азоту, що накопичуються однорічними бобовими культурами та 300 кг – багаторічними. При цьому 1/3 частина його залишається у ґрунті після збирання врожаю.

У той же час роль сидератів у підвищенні родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських рослин трактується неоднаково¹⁴³⁶. Навіть одні автори на різних етапах узагальнення результатів дещо неоднозначно оцінюють достовірність дії та післядії сидерального добрива^{1437 1438}. На думку¹⁴³⁹, небобові сидерати добре діють лише при внесенні під наступну за ними культуру високих норм азоту. За спостереженнями, післядія заорених у ґрунт рослинних залишків без застосування добрив мало позначається на врожайності культур¹⁴⁴⁰.

До пріоритетних завдань досліджень, крім визначення асортименту сидеральних культур, обсягів поповнення ґрунту рослинною органічною речовиною та елементами живлення, було віднесено встановлення ступеня впливу сидератів як попередників культур, що йдуть за ними у сівозмінах, на формування величини та якості врожаю.

Урожайність ріпаку при пізньому посіві вирізнялася досить скромними результатами. У її формування, враховуючи загалом сприятливі погодні умови, швидше за все, втрутилася агрохімічна складова, оскільки дана капустяна культура висуває високі вимоги до ґрунтового фону. Не можна відкидати припущення про недостатність температурного режиму. Проте головна мета – оцінка впливу різновидових сидератів на врожайність ріпаку – досягнуто. Дія жодного з них не тільки не перевищила, але навіть не наблизилася до

¹⁴³² Зеленин И. Н. Эффективность смесей бобово-капустных культур в звене сидеральный пар – озимая пшеница. Земледелие, 2011. № 8. С. 38-40.

¹⁴³³ Постов П. А. Оценка предшественников под яровую пшеницу. Земледелие, 2013. № 1. С. 28-30.

¹⁴³⁴ Никитин В. В. Влияние севооборотов, способов обработки почв и удобрений на изменение содержания гумуса в черноземе типичном / В. В. Никитин, В. Д. Соловиченко, А. Н. Воронин и др. Аграрная наука, 2015. №3. С. 5-7.

¹⁴³⁵ Азаров Б. В. Симбиотический азот в земледелии Центрально-Черноземной зоны Российской Федерации: Дис.... д-ра с.-х. наук. М., 1995. 440 с.

¹⁴³⁶ Борисова Е. Е. Влияние предшественников на пищевой режим почв и урожайность яровой пшеницы. Аграрная наука, 2014. №10. С. 8-10.

¹⁴³⁷ Новоселов С. И. Эффективность сидеральных удобрений в севообороте / С. И. Новоселов, Е. С. Новоселова, С. А. Горохов и др. Плодородие, 2012. № 5. С. 27-28.

¹⁴³⁸ Новоселов С. И. Влияние минеральных удобрений на продуктивность севооборотов с различными видами паров / С. И. Новоселов, Н. И. Толмачев, А. В. Муржинова. Плодородие, 2014. № 5. С. 14-15.

¹⁴³⁹ Системы интенсивного культивирования растений / Под ред. Е. И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1987. 255 с.

¹⁴⁴⁰ Назарюк В. М. Баланс макроэлементов в серой лесной почве при длительном использовании удобрений и растительных остатков. Плодородие, 2013. №6. С. 9-10.

показників контрольного парового варіанту, який став найкращим попередником. У ньому вихід зеленої маси ріпаку виявився в 1,4–2,6 рази вищим, ніж після всіх сидератів (табл. 2.122).

Таблиця 2.122

Вплив сидеральних попередників (дія) на врожайність ріпаку та накопичення його біомасою основних елементів живлення рослин¹⁴⁴¹

Сидерат (попередник)	Вихід		Накопичення			
	зеленої маси	сухої маси	заг. азоту	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
	т/га		кг/га			
Контроль (без рослин, пар)	15,2	1,79	44,7	10,6	64,6	16,6
Гірчиця біла	5,9	0,92	23,3	5,4	32,5	10,4
Ріпак ярий	5,8	0,91	19,9	5,1	33,3	9,3
Яра суріпиця	5,8	0,92	20,0	5,7	36,8	8,8
Гірчиця біла + вика озима	10,9	1,61	39,8	9,3	62,0	46,6
Ріпак ярий + вика яра	9,0	1,29	31,0	7,9	51,2	12,1
Ячмінь + овес	6,7	1,10	34,9	5,8	38,7	11,0
Ячмінь + овес + ріпак ярий	5,2	0,83	22,0	5,1	30,3	9,2
НСР ₀₅	4,1					

З сидератів–попередників щодо ефективності впливу виділилися суміші з гірчицею та самого ріпаку з вікою. У ґрунт під ріпак після цих комплексів надійшло відповідно 85,2 та 73,5 мг азоту, тоді як в інших випадках його надходження не перевищувало 50,0 мг. У ґрунті парової ділянки вміст азоту знаходився також у межах 50,0 мг, але ця кількість не була витрачена на формування врожаю рослин. Усі зумовлені параметри (зміст СВ, NPKCa) відповідали розмірам отриманого врожаю. Таким чином, найбільшу додаткову кількість поживних елементів до вже наявного фонду ґрунту отримав у паровому полі при осінньому заоранні ріпаку вже як сидерату. До цього рівня наблизилося надходження елементів з масою ріпаку після суміші гірчиці з вікою (найменше на 1,3–4,9 кг РК), але на 30 кг перевищило накопичення кальцію.

¹⁴⁴¹ Самутенко Л.В., Миловских Т.А. Оценка разновидовых сидератов как предшественников в севооборотах о. Сахалин. Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 11 (77). Часть 2. С. 46-50.

Овес у тих самих умовах виявився врожайнішою культурою, проте, тенденція у вплив попередників збереглася. Вихід зеленої маси вівса після пару перевищував показники інших варіантів у 1,7–2,8 рази (табл. 2.123).

Таблиця 2.123

Вплив сидеральних попередників (дія) на врожайність вівса та накопичення його біомасою основних елементів живлення рослин¹⁴⁴²

Сидерат (попередник)	Вихід		Накопичення			
	зеле- ної маси	сухої маси	заг. азоту	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
	т/га			кг/га		
Контроль (без рослин, пар)	22,0	3,62	90,9	19,4	189,1	17,9
Гірчиця біла	10,7	1,88	44,2	8,4	92,9	8,8
Ярий ріпак	9,0	1,55	36,8	7,6	69,7	8,6
Редька олійна	11,8	2,16	46,2	9,5	94,1	11,2
Люпин однорічний	12,6	2,20	52,4	11,0	103,3	11,8
Ріпак яровий + люпин однорічний	8,2	1,50	29,5	5,5	59,9	7,0
Редька олійна + люпин однорічний	9,4	1,12	24,9	4,6	47,8	5,0
Гірчиця біла + люпин однорічний	9,7	1,52	32,3	6,4	65,8	7,0
Овес + люпин однорічний	8,0	1,46	30,8	5,5	59,6	6,6
Овес + вика яра	10,2	2,23	47,7	9,5	93,8	11,4
Гірчиця біла + овес + вика озима	10,7	1,76	38,9	8,6	80,7	9,4
Гірчиця біла + овес + люпин однорічний	7,9	1,47	31,9	6,7	60,5	7,9
Редька олійна + овес + вика яра	12,9	2,28	51,3	10,1	102,2	11,2
НІР ₀₅	3,1					

Меншим порівняно з паром (вміст у ґрунті N дорівнює 45,3 мг), але більш сприятливим порівняно з іншими попередниками, виявилася дія монопосівів редьки олійної, люпину однорічного та редьки олійної у суміші з вівсом та вікою (надходження азоту 99,6–90,3 мг). Вплив на врожайність вівса сумішею люпину однорічного з небобовими сидератами менш ефективний: дія комплексів з його включенням помітно поступалася дії полікомпонентних сумішей з вікою. Ситуація з накопиченням поживних елементів аналогічна до ситуації з ріпаком, проте відмінності мали місце у впливі попередників на цей процес. Практично після всіх сидератів накопичена масою вівса кількість NPKCa була у 2–3 рази меншою, ніж після пару.

Поясненням лідерства парового попередника може послужити, насамперед, збереження у ґрунті більшої кількості мінерального азоту за рахунок відсутності споживання його рослинами та конкурентних відносин за

¹⁴⁴² Самутенко Л.В., Миловских Т.А. Оценка разновидовых сидератов как предшественников в севооборотах о. Сахалин. Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 11 (77). Часть 2. С. 46-50.

цей елемент між рослинами та мікроорганізмами. Розраховувати на азотфіксуючу активність мікроорганізмів та накопичення азоту бобовими культурами за високої кислотності острівних ґрунтів проблематично. На думку А.А. Мушинського¹⁴⁴³, на чисельність бульбочок впливає стан ґрунту, вік рослини, глибина залягання кореневої системи та її структура. Кількість бульбочок на коренях, за спостереженнями цього автора, завжди буває обмеженою (5–7). На момент оптимальної активності вони пофарбовані в яскраво-рожевий колір.

Наголошується¹⁴⁴⁴, що вибір виду зелених добрив визначався характером їхньої дії: для збагачення ґрунту азотом використовуються бобові сидерати, а для покращення структури верхнього шару ґрунту – злаки та гречка. Серед бобових це, насамперед, еспарцет віколистий, а також люцерна посівна та вика яра. З інших культур найбільш прийнятними виявилися гречка посівна, жито озиме та суміші культур (вика яра та овес посівний). Виявили, що висока сидеральна продуктивність притаманна саме еспарцету викалістному. Він зарекомендував себе екологічно пластичною, посухостійкою кормовою та медоносною культурою. У перший рік життя еспарцет здатний формувати до 180 ц/га сирової органічної маси, у другий – 270–300 ц/га із високим вмістом азоту, фосфору та калію. Після його збирання в ґрунт надходить понад 10 т/га органічної речовини, збагаченої великою кількістю елементів живлення, насамперед азотом та фосфором. Він рівномірно розподіляється за орним шаром ґрунту і за вмістом вуглецю еквівалентний 4045 т гною. При цьому коренева система еспарцету – потужний біологічний розпушувач, що покращує структуру ґрунту та його водопроникність. В результаті ґрунт не тільки активно поглинає воду, а й економно використовує її. Головний корінь еспарцету досягає глибини 1,5 м, а об'єм усіх коренів однієї рослини становить понад 3000 см³.

Після того як коренева система відмирає і розкладається, залишаються кореневі ходи, якими в глибинні шари проходять вода і повітря. Все це сприяє збагаченню орного шару ґрунту не тільки корневими залишками, а й призводить до формування неконсервативної фракції гумусу, а його лабільної частини: органічної речовини, яка легко розкладається. У свою чергу, вона бере активну участь у харчуванні рослин, стає енергетичним матеріалом для ґрунтових мікроорганізмів і відноситься до найбільш динамічної частини органічної частини ґрунту. Це значно покращує поживний, повітряний, тепловий, водний і навіть фітосанітарний режим ґрунту. Тому еспарцет – добрий попередник під усі культури, особливо під озиму пшеницю.

¹⁴⁴³ Мушинский А. А. Способ обогащение почвы азотом. Земледелие, 2005. №1. С. 9.

¹⁴⁴⁴ Поспелов С., Самородов В. Сидерация: восстанавливаем почву, улучшаем будущий урожай. Зерно. 2011, №1. С.16-22.

Було встановлено¹⁴⁴⁵, що еспарцетна пара за запасами продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, а також за вологістю орного та посівного горизонтів не поступається чорному пару, а запасам нітратного азоту значно перевищує його. Осима пшениця, що висівається за еспарцетною паром, формує високоякісне зерно, що також свідчить про переваги сидератів. При цьому 1 т органіки еспарцетового сидерату в 2–3 рази дешевше за гній. Дослідження встановили можливість часткової заміни перегною біомасою сидератів (0,3 або 0,5 повної норми) та формування при цьому однакової кількості гумусу у ґрунті. Тому для підтримки позитивного балансу гумусу у ПП «Агроєкологія» через кожні 24 місяці йде поповнення ґрунту сировою рослинною масою.

Порівняно з чистою та зайнятою паром сидеральна пара забезпечує ґрунт великою кількістю рухомого фосфору, обмінного калію та нітратів.

Позитивний вплив сидерації на родючість ґрунту та врожайність культур зберігається не менше трьох років. Так, за даними Б. С. Носко, післядія ефекту сидерації відзначалася на третій і четвертий рік, хоч і поступалася післядії ефекту гною на 15–20%.

Зелена маса пожнивних сидератів з високим вмістом азоту та вузьким співвідношенням С:N забезпечує підвищення біологічної активності ґрунту в 1,6–1,8 рази. Це сприяє більш швидкій мінералізації рослинних залишків у ґрунті.

Результати тривалого внесення органічних добрив¹⁴⁴⁶ під попередник і сидератів свідчать, що за прямим впливом на продуктивність сільськогосподарських культур сидерати, особливо перегній, покращували використання азоту. У свою чергу, це сприяло стабілізації гумусу у ґрунті.

Багаторічний досвід господарства "Агроєкологія"¹⁴⁴⁷ свідчить про те, що сидерацію можна розглядати як прийом багатопланової дії. Крім поповнення ґрунту органічними речовинами та азотом, він дозволяє зменшити невиробничі втрати вологи та поживних речовин завдяки зниженню активності процесів інфільтрації з коренеживаного шару ґрунту, підвищуючи тим самим коефіцієнт використання опадів; зупиняє ерозійні процеси; знижує забрудненість посівів, котрий іноді поразка культурних рослин хворобами; стимулює біологічну активність ґрунту, покращує його агрофізичні та агрохімічні властивості, знижуючи таким чином негативний вплив на неї машин та механізмів. Важливо, що при цьому вдається зменшити витрати на обробіток ґрунту завдяки активному розпушуванню орного та підорного шарів біологічним шляхом: за рахунок корневих систем сидератів еспарцету та люцерни. Відомо, що ґрунтові мікроорганізми чутливо реагують на зміни умов середовища, екологічного навантаження, що супроводжується перебудовою мікробного

¹⁴⁴⁵ Поспелов С., Самородов В. Сидерация: восстанавливаем почву, улучшаем будущий урожай. *Зерно*. 2011, №1. С.16-22.

¹⁴⁴⁶ Поспелов С., Самородов В. Сидерация: восстанавливаем почву, улучшаем будущий урожай. *Зерно*. 2011, №1. С.16-22.

¹⁴⁴⁷ Поспелов С., Самородов В. Сидерация: восстанавливаем почву, улучшаем будущий урожай. *Зерно*. 2011, №1. С.16-22.

ценозу та його функціональної діяльності. Мікрофлорі та її біохімічній активності належить виняткова інформативність в оцінці стану ґрунту як складної саморегулювальної відкритої біологічної системи. При цьому велике значення має наявність у ґрунті алелопатично активних речовин, які мають органічну природу та надходять у ґрунт у вигляді корневих виділень, поживних залишків, що розкладаються мікроорганізмами та їх метаболітами. Їх активність визначається складом рослинного ценозу та комплексом зовнішніх факторів, що впливають на хімічні процеси.

Враховуючи, що основним джерелом поповнення органіки в ПП «Агроєкологія» є сидерати (надземна та підземна частини рослин) та органічні добрива, головним фактором алелопатичного фону виступають фенольні сполуки, як найбільш поширені та стійкі фізіологічно-активні сполуки, які утворюються головним чином внаслідок деструкції поживно-корневих залишків. За даними дослідників, джерелом утворення фенольних сполук у ґрунті є лігнін та дубильні речовини. При розпаді лігніну у ґрунті залишається багато речовин, що гальмують зростання рослин.



Рисунок 2.82 – Заробка гречки як сидерату в пп «Агроєкологія»

Фенолкарбонові кислоти та їх похідні під час утворення гумусу полімеризуються, що дозволяє судити про активність процесу, проте, перебуваючи в моно та олігомерних формах, вони мають високу фізіологічну активність і негативно впливають на ріст, розвиток та продуктивність рослин.

Проведені дослідницькі роботи¹⁴⁴⁸ свідчать, що після збирання сидератів та їх загортання у ґрунті відбуваються складні біохімічні процеси, напрям та інтенсивність яких можна частково оцінити за допомогою алелопатичних

¹⁴⁴⁸ Поспелов С., Самородов В. Сидерация: восстанавливаем почву, улучшаем будущий урожай. Зерно. 2011, №1. С.16-22.

тестів. Так, за допомогою тесту з крес–салатом було виявлено, що після вирощування віко–вівсяної суміші у ґрунті (у шарі 0–10 см) накопичуються певні фізіологічно–активні сполуки, що гальмують тесткультуру. При тестуванні шарів ґрунту, розташованих на рівні 10–20 та 20–30 см, цього не спостерігається. Після вирощування гречки на сидераті ми спостерігали стійку стимуляцію тестової культури у всіх шарах ґрунту (рис. 2). Це повністю збігається з результатами досліджень класика української алелопатії академіка О.М. Гродзінського, який зазначав, що рослинні залишки гречки після розкладання виділяють у ґрунт мало гальмівників росту.

Оцінка біологічної активності ґрунту за допомогою прямого біотестування на проростках рослин свідчить про різну спрямованість процесів розкладання рослинних залишків у ґрунті після їх загортання. Так, після вирощування гречки верхній шар ґрунту (0–10 см) показував стимуляцію по відношенню до проростків ячменю, а в інших шарах – гальмування їх зростання. Ґрунт після вирощування віко–овса був більш алелепатично активним, про що свідчить суттєве гальмування зростання проростків ячменю в дослідках по шарах ґрунту 0–10 см і 10–20 см. Слабка стимуляція почала проявлятися тільки в шарі 20–30 см.

Підкреслюється¹⁴⁴⁹, що на інтенсивність розпаду рослинних залишків сильний вплив має поверхнєве закладення сидератів у ґрунт і подальша обробка. В результаті проведення цих робіт основна маса сидератів накопичується у шарі ґрунту до 20 см.

Аеробний розпад залишків, нерівномірність цього процесу внаслідок впливу погодних умов, повільне утворення легкорозчинних гумусових речовин, які необхідні для живлення рослин, і звільнення фізіологічно–активних речовин можуть неоднозначно впливати на зростання та розвиток рослин.

Віко–вівсяна суміш, як сидератна культура, найбільш сприятливо впливала на зростання проростків кукурудзи та пшениці озимої, і гальмувала зростання проростків жита озимого та ячменю ярого під час тестування ґрунту в шарі 0–10 см. Ґрунт нижчих шарів більше гальмував тестові культури В умовах ПП «Агроєкологія» внаслідок різноманітності сидератних культур, їх багаторічного та різнобічного використання, а також внесення належним чином приготовленого органічного добрива ґрунту мають високу біологічну активність. Адже за наявності свіжої рослинної маси збільшується чисельність усіх груп мікроорганізмів, стимулюється їхня життєдіяльність. Зокрема, у 2–3 рази збільшується кількість азотфіксуючих мікроорганізмів, сапрофітів, нітрифікаторів, бактерій, що підвищують доступність фосфору та інших елементів живлення рослин. Саме це, на нашу думку, і забезпечує швидке розкладання рослинних решток. В одному грамі ґрунту може бути більше 1 млрд мікроорганізмів, які дуже швидко розкладають рослинні залишки та перетворюють їх на мертву органіку, ніж у 4–5 разів прискорюють малий біологічний кругообіг речовин та потоків енергії. За даними вчених, у орному

¹⁴⁴⁹ Поспелов С., Самородов В. Сидерация: восстанавливаем почву, улучшаем будущий урожай. Зерно. 2011, №1. С.16-22.

шарі на гектарі ріллі в кругообігу знаходиться 550–570 кг діючих речовин NPK та мікроелементів, які щорічно звільнюються завдяки високій біологічній активності. З них понад 70 кг буд. відчужується із товарним урожаєм. Висока забезпеченість ґрунту азотом – головна перевага бобових культур¹⁴⁵⁰.

Сидерати впливають на вміст у ґрунті та інших поживних речовин, оскільки за рахунок глибокої кореневої системи вони інтенсифікують обмін фосфору, калію, кальцію, магнію в орному та підорному шарах ґрунту. Наприклад, у залишках гречки, яка за засвоюваністю із важкорозчинних форм перевищує майже всі культури, міститься від 50 до 220 кг/га NPK.

Крім того, за даними Я. В. Пейве, бактеріальна маса, яка утворюється при закладенні подібних сидератів, не тільки є джерелом запасних поживних речовин, а й мінералізується вп'ятеро швидше порівняно з іншими рослинними рештками. У ній акумулюється близько 12% маси сухої речовини азоту та 2% фосфору. Свіжа органічна маса особливо стимулює діяльність целюлозоруйнівних та нітрифікуючих бактерій.

Таким чином¹⁴⁵¹, сидерація стала основною ланкою біологізації землеробства в ПП «Агроєкологія» та допомогла землеробам сформувати екологічно безпечні та стійкі агроландшафти. Саме вони, на нашу думку, мають бути еталоном для органічного землеробства в Україні.

Повідомляється також¹⁴⁵², що прибуток від 1 т сидерату в 3 рази більший, ніж без підстилкового гною. Нові сидеральні культури ростуть і розвиваються майже без нагляду

На одному квадратному метрі посіву сидератів утворюється разом із кореневою системою 3,5–4,5 кг (35–45 т/га) органічних добрив – зеленої маси. При використанні всієї біомаси нових культур на сидерат після мінералізації їхньої органічної маси в ґрунті на 1 гектарі залишається 127–137 кг азоту, 55–58 – фосфору, 149–166 – калію та 32–37 кг – кальцію. Ярі сидерати залишають на 1 га ґрунту 180–200 кілограмів азоту, 25–46 – фосфору, 85–200 – калію, 25–140 кг – кальцію у діючих речовинах.

Вирощування сидеральних культур ефективності значно перевищує внесення 20 тонн гною на 1 га. Сидерати повертають у ґрунт азот, фосфор і калій, створюють зелену поверхню, сприяють снігозатриманню, захищають ґрунт від водної та вітрової ерозії, а також запобігають перегріву темної поверхні орної землі від прямого потрапляння сонячних променів. Як хімічні санітари вони знищують шкідливу мікрофлору, позитивно впливають на розвиток багаторічних насаджень, відновлюють чисельність азотобактеру в ґрунті, акумулюють фізіологічно активну мікрофлору, яка не допускає ґрунтовтомлення.

¹⁴⁵⁰ Поспелов С., Самородов В. Сидерация: восстанавливаем почву, улучшаем будущий урожай. *Зерно*. 2011, №1. С.16-22.

¹⁴⁵¹ Поспелов С., Самородов В. Сидерация: восстанавливаем почву, улучшаем будущий урожай. *Зерно*. 2011, №1. С.16-22.

¹⁴⁵² Сидераты – удобрения и борцы с сорняками. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2012/oktyabr-2012-god/sideraty-udobreniya-i-borcy-s-sornyakami/>.

Багато позитивних аспектів встановлено щодо впливу сидерації на гумусонакопичення.

Застосування лише пожнивно-кореневих залишків оброблюваних культур неспроможна забезпечити формування бездефіцитного балансу органічного речовини. В умовах дефіциту органічних добрив у ЦЧР важлива роль приділяється сидеральним парам.

Багаторічна практика районів із достатнім зволоженням (Прибалтики, Білорусії, Нечорноземної зони) довела ефективність сидеральних парів з використанням таких культур, як люпин, сераделла, буркун та ін. В умовах Центрального Чорнозем'я широке застосування сидерації стримується таким фактором, як ліміт вологи в літній період. Ґрунтово-кліматичні особливості зони накладають свій відбиток на весь комплекс агротехнічних прийомів, пов'язаних з сидерацією¹⁴⁵³.

Сидеральні культури, що застосовуються в сівозмінах, можуть висушувати ґрунт під час вегетаційного періоду. Тому в зоні недостатнього зволоження сидерація часто не дає бажаних результатів. Щоб уникнути цього, зелену масу сидератів у парових полях необхідно закладати в ґрунт не пізніше, ніж за 25–30 днів до посіву озимих культур. При розміщенні після сидератів ярих культур такої загрози немає, т.к. за осінньо-зимовий та ранньовесняний періоди оптимальна вологість ґрунту відновлюється, що забезпечує появу дружних сходів та нормальний розвиток рослин¹⁴⁵⁴.

У разі біологізації землеробства сидерацію слід як використання однієї культури до створення сприятливих умов розвитку іншій. Цей підхід досить повно відображає багатофункціональні завдання, які виконують сидерати у Центрально-Чорноземній зоні:

- Підвищують коефіцієнт корисного використання сонячної енергії;
- оберігають ґрунт від водної та вітрової ерозії;
- збагачують ґрунт органічною речовиною та біологічним азотом;
- вивільняють P, K, Ca, Mg з важкодоступних форм у ґрунті та вводять їх у біологічний кругообіг;
- перерозподіляють елементи живлення з нижніх горизонтів у орний шар ґрунту;
- обмежують втрати із промивними водами елементів живлення;
- покращують фізичні, біологічні та біохімічні властивості ґрунту;
- служать фітомеліорантом на забруднених ґрунтах;
- частково або повністю усувають труднощі, пов'язані з чергуванням обмеженої кількості культур у сівозміні, сприяючи тим самим вузькій спеціалізації рослинництва;

¹⁴⁵³ Дедов А.В. Роль бинарных посевов в увеличении содержания в почве гумуса и детрита. Плодородие. 2015. № 4 (85). С. 32-34.

¹⁴⁵⁴ Влияние приемов биологизации на скорость разложения растительных остатков сельскохозяйственных культур / А.А. Дедов, В.И. Воронин, А.В. Дедов, М.А. Несмеянова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2015. Вып. 4 (47). Ч. 2. С. 42-47.

- пригнічують зростання та розвиток бур'янів;
- послаблюють фітопатогенну та ентомологічну навантаження на оброблювані рослини;
- підвищують урожайність сільськогосподарських культур та покращують якість продукції.

Рослинна маса, що заорюється у ґрунт, містить значну кількість елементів живлення, які використовуються мікроорганізмами та наступними культурами у сівозміні. Тому ефективне використання сидеральної пару має велике значення для вирішення багатьох важливих завдань. Незважаючи на їх велику роль у підтримці та підвищенні родючості ґрунту, значення сидеральних парів часто недооцінюється¹⁴⁵⁵.

На бідних малогумусних ґрунтах зелене добриво покращує їхню структуру, підвищує буферність, поглинальну здатність, водопроникність та вологоємність. Після сидерації підвищується діяльність бульбочкових бактерій та інших ґрунтових мікроорганізмів. Тому зелене добриво – важливий засіб підвищення родючості ґрунтів за відсутності можливості внесення гною.

Висловлювання Д. К. Прянишников (1965) про величезну роль сидерації в оптимізації органічної речовини ґрунту і в даний час актуально: «І там, де для поліпшення ґрунтів особливо необхідно збагачення їх органічною речовиною, а гною з тієї чи іншої причини не вистачає, зелене Добриво набуває особливо великого значення. У поєднанні з гною та іншими органічними добривами, а так само з мінеральними добривами, зелене добриво в якості одного з елементів системи землеробства, має стати вельми потужним засобом підняття врожаїв і підвищення родючості ґрунтів».

Сидеральні культури у своєму складі містять усі необхідні для нормального росту та розвитку рослин речовини. В органічній масі зеленого добрива, наприклад, буркуну, міститься 0,7–0,8% азоту, 0,05% фосфору, 0,19–0,20% калію та 0,9–1,0% кальцію. Коефіцієнт використання рослинами азоту зеленого добрива перший рік вище, ніж азоту гною. При заоранні зеленого добрива майже повністю виключається втрата накопиченого у ньому азоту.

Сидерати істотно впливають на процеси гумусоутворення. Заорання зеленого добрива проводять зазвичай до цвітіння культур. Їхня біомаса представлена легкомінералізованими органічними сполуками. За сприятливих гідротермічних умов продукти розкладання зеленого добрива перетворюються на гумінові кислоти. При сумісному застосуванні соломи із зеленим добривом вихід гумусових речовин збільшується.

Зелене добриво – ефективний агроприйом, що позитивно впливає на ґрунт, рослини та довкілля. Вони мають багатосторонній вплив: забезпечують оптимізацію режиму органічної речовини у ґрунті, підвищують ефективність інших видів добрив; бобові культури залучають у кругообіг біологічно зв'язаний азот, сприяють поліпшенню якісних показників урожаю, виконують

¹⁴⁵⁵ Дедов А.А. Динамика разложения растительных остатков в черноземе типичном и продуктивность культур севооборота / А.А. Дедов, А.В. Дедов, М.А. Несмеянова. Агрехимия. 2016. № 6. С. 3-8.

фітосанітарну роль. Поживні сидерати зменшують засміченість полів, виконують ґрунтозахисну роль. Сидерати знижують матеріальні та трудові витрати на виробництво продукції.

Теорії та практиці сидерації присвячено багато робіт, проте цей агроприйом не знайшов широкого застосування. У світі для селекції використовують близько 60 різних культур, але через специфіку сільськогосподарського виробництва ЦЧР традиційний набір культур на зелене добриво не дає очікуваного результату. Тому для забезпечення високої ефективності сидерації вибір сидеральних культур необхідно здійснювати з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей регіону та системи сівозмін, що склалася.

При інтенсивному землеробстві найкращий спосіб використання зеленого добрива – проміжні посіви. Сидерати як проміжні культури, які не займають окремого поля, не тільки підвищують родючість ґрунтів, сприяють їхньому захисту та збільшують продуктивність ріллі, а й виступають гарантом зниження екологічної напруженості в інтенсивному землеробстві.

У ситуації, що склалася в сільському господарстві, саме поживної сидерації необхідно приділити особливу увагу. Як засвідчили дослідження¹⁴⁵⁶, зелена маса поживного сидерату з високим вмістом азоту, доступних вуглеводів, вузьким співвідношенням С:N служить хорошим поживним субстратом для ґрунтової біоти. Саме у підвищенні біологічної активності ґрунту і полягає фітосанітарне значення сидеральних поживних культур, які сприяють бурхливому розвитку сапрофітної ґрунтової мікрофлори, серед якої багато антагоністів збудників хвороб ячменю, озимої пшениці та інших польових культур.

При використанні поживної сидерації відзначається значне підвищення (в 1,5–2 рази) біологічної активності ґрунту. Виконуючи у ґрунті роль своєрідного каталізатора, поживні сидеральні посіви прискорюють процеси розкладання рослинних решток у ґрунті, на яких поселяються збудники кореневих гнилей. При заоранні, наприклад, гірчиці в орному шарі ґрунту в кілька разів збільшується чисельність грибів роду *Sucheleana* – антагоністів збудників кореневих гнилей зернових культур. В результаті ураженість зернових культур кореневими гнилями при використанні поживної сидерації значно менша, ніж при застосуванні інших видів добрив.

Таким чином, активне розкладання рослинних залишків (основних носіїв інфекції у ґрунті) та пригнічення сапрофітами грибної флори після заорювання у польовій сівозміні зеленої маси гірчиці, як у чистому вигляді, так і в

¹⁴⁵⁶ Влияние приемов биологизации и обработки почвы на показатели плодородия почвы и урожайность культур севооборотов / А.А. Дедов, В.И. Воронин, А.В. Дедов, М.А. Несмеянова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. Вып. 3 (50). С. 47-56.

поєднанні з соломою дозволить у 1,5–2 рази знизити ураженість ячменю та озимої пшениці кореневими гнилями¹⁴⁵⁷.

В умовах чорноземної зони після збирання зернових культур до закінчення вегетаційного періоду залишається 80–90 днів. Протягом цього часу сума активних температур становить 900–1200 °С, випадає 100–160 мм опадів, що визначає можливість вирощування в цій зоні проміжних культур.

Проведені кафедрою землеробства Воронежського ДАУ дослідження показали, що для пожнивної сидерації найбільше підходять однорічні хрестоцвіті культури: гірчиця сарептська, гірчиця біла, редька олійна, ріпак ярий. При цьому необхідно відзначити, що успіх обробітку пожнивних культур залежить від якісної підготовки ґрунту після збирання основних культур та отримання дружних сходів.

Проміжні посіви, споживаючи поживні речовини, забезпечують регулювання процесів вертикального переміщення в ґрунті поживних речовин, зменшуючи їх вертикальну та горизонтальну міграцію, що має важливе значення для охорони навколишнього середовища від забруднення та біологізації землеробства. Крім того, наявність на поверхні ґрунту рослинного покриву запобігає розвитку ерозійних процесів.

Головним показником цінності сидеральних культур, що впливає на родючість ґрунту, служить маса органічної речовини (надземна та коренева частини рослини), накопиченої на час їх загортання в ґрунт. Маса органічної речовини, що надійшла в ґрунт, сильно варіює в залежності від оброблюваної культури та погодних умов¹⁴⁵⁸.

Високими показниками накопичення в ґрунті органічної речовини характеризувалися буркун та еспарцет, що пояснюється більшою тривалістю періоду вегетації цих культур. При використанні в сидеральній парі озимої вікі, період вегетації якої коротший, ніж у еспарцету та буркуну, у ґрунт надходить на 20–36% органічної речовини менше.

Ярі сидерати, що висіваються на рік посіву озимої пшениці, з накопичення органічної речовини у дослідках¹⁴⁵⁹ виявилися гіршими серед досліджуваних культур. Після їх заорювання в ґрунт надходило 5,2–7,7 т/га біомаси. Найменша кількість органічної речовини надійшла у ґрунт після обробітку ріпаку ярого – 5,2 т/га.

На продуктивність сидеральних культур впливали погодні умови. У надмірно вологі та вологі роки маса органічної речовини, що надходить у ґрунт

¹⁴⁵⁷ Синельник Л. Сидеральные культуры и современное земледелие. Зерно. 2007. № 11. С. 23–30.

¹⁴⁵⁸ Бинарные посе́вы – перспективное направление агротехнологий возделывания полевых культур / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, Т.Г. Кузнецова, А.А. Дедов. Растениеводство: научные итоги и перспективы : юбилейный сб. науч. тр. Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. С. 288-293

¹⁴⁵⁹ Несмеянова М.А. Динамика гумуса и детрита в зависимости от приема биологизации / М.А. Несмеянова, А.В. Дедов, А.А. Дедов. Состояние почв Центрального Черноземья России и проблемы воспроизводства их плодородия : сб. науч. докладов Всерос. науч.- практ. конф. Каменная Степь, 23-24 июня 2015 г. Воронеж : Истоки, 2015. С. 107-112.

після закладення буркуну, еспарцету, ріпаку ярого та гірчиці сарептської, порівняно з нормальними по зволоженню роками збільшилася на 22–46%, а після закладення зеленої маси вікі озимої та вика–вівса – на 12%.

За масою органічної речовини, що накопичується в ґрунті, вивчаються кафедраю землеробства Воронежського ГАУ¹⁴⁶⁰ сидеральні культури у спадному порядку розташувалися таким чином: буркун, еспарцет, озима вика, овес, редька олійна, гірчиця сареп.

Ефективність впливу сидеральних культур на родючість ґрунту залежить не тільки від кількості надземної та кореневої маси рослин, а й від вмісту в ній поживних елементів та швидкості мінералізації у ґрунті.

Найбільш багаті азотом бобові культури, при цьому вміст азоту в їхній надземній фітомасі та кореневих залишках майже однаковий. У фітомасі хрестоцвітих сидеральних культур азоту містилося менше (1,32–1,75%), ніж у бобових, надземна фітомаса у них багатша азотом, ніж підземна.

За вмістом фосфору та калію в надземній фітомасі сидеральних культур суттєвих відмінностей не встановлено. У кореневих залишках цих елементів містилося більше у бобових культур.

При використанні сидерації дуже важливо враховувати швидкість розкладання фітомаси, що заклала в ґрунт. Вплив сидеральних культур на родючість ґрунту здійснюється не лише їх прижиттєвим впливом (на водно–фізичні властивості ґрунту, засміченість наступних культур), а й через органічну речовину, яка надходить у ґрунт за їх загорання, роль якого багатогранна. Насамперед свіжа органічна речовина служить джерелом мінеральних сполук, що вивільнилися при його розкладанні. Велика роль органічної речовини у підтримці сприятливих водно–фізичних та агрохімічних властивостей ґрунту.

Однак, враховуючи весь спектр позитивного впливу органічної речовини на ефективну потенційну родючість ґрунту, слід мати на увазі, що значимість органічної речовини сидератів, що надходить у ґрунт, буде залежати від швидкості і спрямованості його трансформації в ґрунті. Так, якщо екологічні умови сприятимуть швидкої мінералізації, то роль органічної речовини в основному зводиться як до джерела мінерального живлення і, навпаки, якщо умови сприятимуть гумифікації, то вагоміше роль зеленого добрива як джерела новоутворення гумусу.

Отже, говорячи про вплив сидерату на родючість ґрунту, видається виключно важливим вивчення швидкості розкладання органічної речовини, що надходить у ґрунт. У період від запарки фітомаси сидератів у ґрунт до посіву озимої пшениці спад надземної маси буркуну, еспарцету, редьки олійної та

¹⁴⁶⁰ Дедов А.В. Приемы биологизации и плодородие черноземов / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, А.А. Дедов. Землеустроительная наука и образование в России и за рубежом : матер. Международного землеустроительного форума, посвященного проводимому под эгидой ООН Международного года почв и 180-летию высшего землеустроительного образования в России ; под общ. ред. С.Н. Волкова, В.В. Вершинина. – Москва : ГУЗ, 2015. С. 126-130.

гірчиці сарептської становив 47–48%, тоді як маса ярого ріпаку зменшилася більш ніж наполовину.

Темпи розкладання кореневих залишків культур, що вивчаються, за час парування були на 11–24% (залежно від культури) менше, ніж надземної. Так, коріння буркуну та еспарцету за цей час розклалося на 36–37%, їх надземна маса – на 47–44%, а фітомаса ярого ріпаку та гірчиці – на 30–32%. Загалом за аналізований період розкладається 40–42% біомаси сидератів.

Питання вплив зеленого добрива на новоутворення гумусу також викликало формування численних думок. Одні дослідники відзначають підвищення вмісту гумусу від заорання свіжої рослинної маси¹⁴⁶¹. Інші вважають, що сидерати, стимулюючи життєдіяльність мікроорганізмів, як не збільшують запаси гумусу ґрунті з допомогою його новоутворення, а й, залучаючи у процес мінералізації наявні запаси гумусу, зменшують його зміст¹⁴⁶².

Треті не виявили достовірного зменшення чи збільшення вмісту загального гумусу залежно від використовуваних сидератів (Дідов А.В., 1999). Їх прості розрахунки показали, що навіть при щорічному надходженні до ґрунту 10 т/га сухої речовини маси еспарцету новоутворення гумусу (коефіцієнт гумусоутворення – 0,28) становитиме 2,8 т/га. Щорічно на мінералізацію витрачається майже стільки ж гумусу (при його вмісті в орному шарі 4,0% та коефіцієнті мінералізації – 0,015). Втрати гумусу становлять 2,3 т/га. Отже, щорічне очікуване накопичення гумусу в орному шарі не перевищуватиме 0,5 т/га, або 0,013 % (НСР05 при визначенні вмісту гумусу–0,11 %).

Тим не менш, всі автори у своїх дослідженнях дійшли одного висновку: для виявлення впливу сидеральних культур на утримання в ґрунті гумусу потрібен тривалий період досліджень.

Часто у виробництві використовуються сидерати не в чистому вигляді, а в суміші з соломою. Тому необхідно знати їхню ефективність у порівнянні з використанням гною.

Вивчення протягом 4 років у вегетаційному досвіді різних видів добрив (гній, солома, сидерати та їх комбінації), внесених в еквівалентній кількості по вуглецю, показало їх неоднозначний вплив на органічну речовину ґрунту (*табл. 2.123*).

Через рік після закладення досвіду кількість детриту і гумусу в невдобреному ґрунті почала знижуватися, тоді як на удобрених варіантах їхня маса стала зростати. Найбільша надбавка спостерігалася в перший рік після закладення зеленого добрива (буркуну білого) – 0,08% по гумусу і 0,12% по детриту¹⁴⁶³.

¹⁴⁶¹ Спосіб визначення компенсувальної дози азоту при застосуванні на добриво рослинних решток : пат. 104798 Україна, МПК А01С 21/00. № у 2015 05461 ; заявл. 03.06.2015; опубл. 25.02.2016, Бюл. № 4.

¹⁴⁶² Спосіб ресурсоощадного удобрення культур у ланці сидеральний пар–пшениця озима : пат. 105281 Україна, МПК А01С 21/00 G01N 33/24. № у 2015 09149; заявл. 23.09.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5.

¹⁴⁶³ Дедов А. В., Придворев Н. И., Верзилин В. В. Трансформация послеуборочных остатков и содержание водорастворимого гумуса в черноземе выщелоченном. Агрехимия. 2004. № 2. С. 13–22.

Вміст детриту та гумусу при внесенні різних добрив¹⁴⁶⁴

Варіант досліду	1989	1990	1991	1992	+,- до вихідног
Чорний пар (контроль)	0,16*	0,12	0,10	0,06	-0,10
	4,20	4,15	4,11	4,06	-0,12
Гній (40 т/га)	0,18	0,22	0,22	0,26	+0,08
	4,15	4,18	4,23	4,28	+0,13
Солома (5 т/га)	0,15	0,20	0,24	0,25	+0,10
	4,18	4,18	4,22	4,25	+0,07
Солома (5 т/га) + N ₅₀	0,18	0,20	0,20	0,25	+0,07
	4,17	4,20	4,20	4,22	+0,05
Буркун	0,18	0,30	0,23	0,15	+0,03
	4,20	4,28	4,22	4,14	+0,06
Солома + гірчиця сарептська	0,15	0,20	0,22	0,26	+0,11
	4,15	4,18	4,21	4,23	+0,08
Солома + буркун	0,17	0,28	0,28	0,26	+0,09
	4,19	4,26	4,30	4,27	+0,08
НСР ₀₅	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
	0,05	0,03	0,06	0,03	0,04

Примітка: * верхня стрічка по кожному варіанту – вміст детриту; нижня – загального гумусу.

На тлі інших добрив, що вивчаються, збільшення вмісту органічної речовини в ґрунті було менш вираженим. Так, при внесенні гною вміст гумусу у ґрунті збільшився на 0,03 %, а детриту – на 0,04 %. Закладення в ґрунт тільки соломи забезпечило збільшення детриту в розмірі 0,05%, тоді як вміст гумусу в ґрунті залишилося без змін. При спільному використанні на добриво соломи зернових культур із внесенням мінеральних добрив (10 кг азоту на 1 т соломи) вміст гумусу та детриту у ґрунті збільшився відповідно на 0,03 та 0,02%. При закладенні в ґрунт соломи з пожнивним сидератом (гірчицею сарептською) збільшення гумусу і детриту склало відповідно 0,03 і 0,05%, а при використанні соломи з буркуном – відповідно 0,07% і 0,11%.

У наступні роки на невдобреному фоні та при використанні буркуну на добрив процеси мінералізації стали переважати над накопиченням гумусу, тому на цих варіантах вміст гумусу та детриту слало зменшуватися. На варіантах з внесенням соломи з сидератами і мінеральними азотними добривами, гноєм процеси трансформації утримувальних сполук зрушуються у бік утворення гумусу. При цьому вже через 4 роки після закладання досвіду вміст гумусу і детриту цих випадках зростало. Найбільше збільшення відзначалося при внесенні гною.

¹⁴⁶⁴ Дедов А. В., Придворев Н. И., Верзилин В. В. Трансформация послеуборочных остатков и содержание водорастворимого гумуса в черноземе выщелоченном. Агрохимия. 2004. № 2. С. 13–22.

При внесенні сидерату спостерігається ефект збільшення гумусу лише в перший рік, потім його вміст падає, що пов'язано з утворенням при розкладанні зеленої маси сидерату нестабільних у хімічному та мікробіологічному відношенні гумусових сполук.

При більш тривалому дослідженні (стаціонарний досвід) впливу сидеральних пар з буркуном та еспарцетом на підвищення родючості ґрунту за дві ротації сівозміни пар – озимі – просапні – ячмінь відзначалося зменшення вмісту у ґрунті загального гумусу. При цьому це зниження під сидеральними парами було в 2 рази менше, ніж у чистій парі (без застосування добрив), що вказує на новоутворення гумусу, яке частково компенсувало його мінералізацію.

Різні види добрив неоднорідно впливають на фракційно-груповий склад гумусу (табл. 2.124).

Таблиця 2.124

Зміна фракційно-групового складу гумусу чорнозему вилуженого під впливом добрив, % до заг.¹⁴⁶⁵

Варіант досліду	Гумінові кислоти (ГК)			ЕГК	Фульвокислоти (ФК)				ФК	СГК:Сфк
	1	2	3		1а	1	2	3		
Чорний пар (контроль)	7,0*	19,4	10	35,6	14	Ц	9J	25	25,1	1,42
	7,7	20,5	8,4	36,6	3,4	5,4	9,0	7,6	25,4	1,44
Гній (40 т/га)	7,7	20,5	13	35,9	16	10	16	25	24,7	1,45
	7,9	20,5	8,5	36,9	3,2	5,6	8,9	7,5	25,2	1,46
Солома (5 т/га)	7,7	19,6	12	35,2	17	11	18	24	25,0	1,41
	7,9	20,4	8,5	36,8	3,3	5,7	8,9	7,3	25,2	1,46
Солома (5 т/га) + N ₅₀	23	20,5	Ц	35,9	17	12	17	23	24,9	1,44
	8,4	20,7	8,2	37,3	3,8	5,9	8,7	7,3	25,7	1,45
Буркун	25	19,4	12	35,1	18	12	10	25	24,5	1,43
	8,6	20,6	8,2	37,4	3,8	5,8	9,2	7,1	25,9	1,44
Солома + гірчиця сарептська	22	20,2	15	35,9	16	13	13	23	24,5	1,46
	8,3	20,2	8,5	37,0	3,7	5,5	8,5	7,4	25,1	1,47
Солома + буркун	26	19,8	14	35,8	16	13	15	22	24,6	1,45
	8,3	19,9	8,5	36,7	3,4	5,6	8,5	7,3	24,8	1,48

Примітка: * верхня стрічка по кожному варіанту – 1989; нижня – 1992 рік.

Так, солома сприяє деякому підвищенню, як рихлозв'язаних гумінових кислот, так і гуматів кальцію. Зелене добриво викликає зростання першої фракції гумінових кислот та зниження другої. При цьому значних змін якісного складу гумусу при сидерації не відбувається. Спільне закладення у ґрунт зеленого добрива та соломи дещо стабілізує гумусовий фонд вилуженого чорнозему.

¹⁴⁶⁵ Дедов А.В. Роль бинарных посевов в увеличении содержания в почве гумуса и детрита / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, А.А. Дедов. Плодородие. 2015. № 4 (85). С. 32-34.

Доведена позитивна ефективність сидерації щодо впливу на властивості і режими ґрунтів науковцями Вінницького національного аграрного університету.

Так однією з програм дослідження передбачалося вивчити вплив вирощування післяжнивних сидератів – пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого – на показники родючості ґрунту: вміст гумусу, лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору, обмінного калію, реакцію ґрунтового розчину рН, гідролітичну кислотність та суму ввібраних основ¹⁴⁶⁶.

Експериментальні дослідження проводили впродовж 2018–2021 рр. в умовах ФГ «Зоря Василівки» Тиврівського району Вінницької області на сірих опідзолених ґрунтах. Досліджувані сидеральні культури вегетували до пізньої осені та були зароблені у ґрунт у наступні фази росту і розвитку: пшениця озима – кущення; ячмінь ярий – кущення – вихід у трубку; горох – бутонізація; ріпак озимий – початок цвітіння. Аналіз густоти рослин сидератів показав найбільшу щільність рослин ріпаку озимого – 39 шт./м². Найменша густина серед досліджуваних сидератів була характерна для пшениці озимої – 18 шт./м² (табл. 2.125).

Таблиця 2.125

Сформована вегетативна маса сидеральних культур, n = 4, M±m¹⁴⁶⁷

Сидерат	Густина рослин, шт./м ²	Висота на період заробки, см	Вегетативна маса сидератів, т/га
Пшениця озима	18±4	22±4	23,1±0,03
Ячмінь ярий	26±5	28±3	23,5±0,03
Горох	31±4	49±3	29,8±0,02
Ріпак озимий	39±5	64±5	33,0±0,03

Серед сидеральних культур перед їх скошуванням найвищими були рослини ріпаку озимого – 64 см, а найнижчими – рослини пшениці озимої – 22 см та ячменю ярого – 28 см. Рослини гороху мали висоту 49 см.

Показники густоти та висоти сидератів мали прямий вплив на сформовану ними вегетативну масу. Зокрема, найбільшу вегетативну масу сформували сидерати ріпаку озимого – 33,0 т/га. Вегетативна маса гороху була на 9,6% меншою, ніж ріпаку озимого, і становила 29,8 т/га. Урожайність вегетативної маси пшениці озимої ратів, було виявлено на варіанті вирощування сидерату пшениці озимої, а найбільше зниження – на варіанті вирощування сидерату ячменю ярого. Загалом, найнижчий вміст у ґрунті фосфору рухомого був виявлений після вирощування сидерату ячменю ярого – 510 мг/кг, а

¹⁴⁶⁶ Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Овчарук В.В., Овчарук І.І. Вплив сидератів на родючість ґрунту. Збалансоване природокористування. 2021. № 4. С. 144–152.

¹⁴⁶⁷ Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Овчарук В.В., Овчарук І.І. Вплив сидератів на родючість ґрунту. Збалансоване природокористування. 2021. № 4. С. 144–152.

найбільший – після вирощування сидерату пшениці озимої – 520 мг/кг. За вмістом у ґрунті фосфору рухомого всі досліджувані варіанти перебувають у категорії «середній вміст» (51–100 мг/кг).

Ґрунт варіанту без вирощування сидерату містив калію обмінного 156 мг/кг. Вирощування сидератів сприяло підвищенню вмісту у ґрунті калію обмінного на 27,4–32,2%.

Найбільше зростання вмісту калію обмінного у ґрунті було встановлено на варіанті вирощування сидерату ріпаку озимого, а найменше – вирощування пшениці озимої. Найвищий вміст у ґрунті калію обмінного був встановлений на варіанті вирощування сидерату ріпаку озимого – 230 мг/кг, а найменший – після сидерату пшениці озимої – 215 мг/кг. На контрольному варіанті, без вирощування сидерату, вміст обмінного калію у ґрунті відповідав показнику «високий вміст» (120180 мг/кг), а на решти варіантах, де вирощували сидерати, – показнику «дуже високий» (понад 180 мг/кг).

Реакція ґрунту рН на варіанті без вирощування сидератів становила 6,05 рН. Варіанти з вирощуванням сидератів відзначалися зниженням величини реакції ґрунтового розчину на 0,2–0,5 рН. Це вказує на підкислення ґрунту при вирощуванні сидератів. Найбільше підкислення ґрунту спостерігається після вирощування сидерату ріпаку озимого, а найменше – після сидерату ячменю ярого. Загалом, найвище значення реакції ґрунтового розчину рН на варіантах із вирощуванням сидератів було виявлене після ячменю ярого – 5,85 рН, а найменше – після ріпаку озимого – 5,55 рН. За реакцією ґрунтового розчину рН варіант із вирощуванням сидерату ріпаку озимого мав слабо кислу реакцію (5,10–5,55 рН), інші варіанти з вирощуванням сидератів – близьку до нейтральної (5,6–6,0 рН), у той час як варіант без вирощування сидератів мав нейтральну реакцію рН (6,05–7,00 рН) (табл. 2.126).

Таблиця 2.126

Вплив сидератів на показники родючості ґрунту, $n = 4$, $M \pm m$ ¹⁴⁶⁸

агрохімічні показники ґрунту	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Гумус, %	2,42±0,02	2,41±0,02	2,44±0,01	2,44±0,01	2,30±0,03
Азот лужногідролізований, мг/кг	125±2	120±3	127±2	120±3	118±3
Фосфор рухомий, мг/кг	520±4	510±2	515±3	517±3	622±3
Калій обмінний, мг/кг	215±2	218±2	220±1	230±1	156±4
Реакція ґрунту, рН	5,75±0,02	5,85±0,03	5,65±0,01	5,55±0,02	6,05±0,03
Кислотність гідролітична, мг-екв./100 г	1,60±0,04	1,65±0,04	1,70±0,03	1,72±0,03	1,60±0,02
Сума ввібраних основ, мг-екв./100 г	16,2±0,4	16,4±0,2	16,8±0,3	16,4±0,2	17,5±0,2

¹⁴⁶⁸ Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Овчарук В.В., Овчарук І.І. Вплив сидератів на родючість ґрунту. Збалансоване природокористування. 2021. № 4. С. 144–152.

Гідролітична кислотність ґрунту на варіанті без вирощування сидератів та при вирощуванні сидерату пшениці озимої була однаковою і становила 1,60 мг–екв./100 г. На інших варіантах вирощування сидератів величина гідролітичної кислотності ґрунту зросла на 3,0–7,0%. Найбільше зростання гідролітичної кислотності встановлено на варіанті вирощування сидерату ріпаку озимого, де фактична гідролітична кислотність ґрунту була найбільшою і становила 1,72 мг–екв./100 г.

Сума ввібраних основ ґрунту на варіанті без вирощування сидератів була найвищою і становила 17,5 мг–екв./100 г. При вирощуванні сидератів сума ввібраних основ ґрунту зменшилася на 4,0–7,4%. Найістотніше зменшилася сума ввібраних основ у ґрунті, де вирощували сидерат пшеницю озиму, а найменше – горох. Найбільша величина суми ввібраних основ ґрунту була виявлена на варіанті, де вирощували сидерат горох – 16,8 мг–екв./100 г, а найменша – при вирощуванні сидерату пшениці озимої – 16,2 мг–екв./100 г.

Проведеними дослідженнями встановлено, що вирощування сидератів пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого мало позитивний вплив на підвищення вмісту гумусу на 0,11–0,14%, що зумовлено накопиченням у ґрунті органічної речовини, сформованої сидератами, та поступового її перетворення в гумус. Така ж закономірність спостерігається за вмістом у ґрунті лужногідролізованого азоту та обмінного калію, що утворюються з органічної маси сидератів.

У той же час вміст рухомого фосфору у ґрунті при вирощуванні сидератів був меншим, ніж на варіанті без сидератів. Це можна пояснити тим, що сидерати для свого росту і розвитку вилучили з ґрунту рухомий фосфор, але не повернули його в доступній для рослин формі.

Реакція ґрунтового розчину рН та гідролітична кислотність ґрунту при вирощуванні сидератів рухається в напрямку підкислення ґрунту, що можна пояснити вилученням із ґрунту сидератами кальцію. Це твердження обґрунтовується фактом зменшення суми ввібраних основ ґрунту при вирощуванні сидератів.

Таким чином, зроблено висновок авторами дослідження¹⁴⁶⁹, що вирощування сидератів пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого сприяє підвищенню вмісту гумусу у ґрунті на 0,11–0,14%, азоту лужногідролізованого – на 1,7–7,1%, калію обмінного – на 27,4–32,2%, проте зниженню вмісту фосфору рухомого на 16,4–18,0%, підкисленню реакції ґрунтового розчину на 0,2–0,5 рН, підвищенню гідролітичної кислотності до 7,0% та зниженню суми ввібраних основ на 4,0–7,4%.

Зокрема, вирощування сидерату гороху, порівняно з іншими досліджуваними сидератами, сприяє найбільшому підвищенню вмісту гумусу та азоту лужногідролізованого у ґрунті та утворенню найвищої суми ввібраних

¹⁴⁶⁹ Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Овчарук В.В., Овчарук І.І. Вплив сидератів на родючість ґрунту. Збалансоване природокористування. 2021. № 4. С. 144–152.

основ. Вирощування сидерату ріпаку озимого дозволяє найбільше підвищити вміст гумусу у ґрунті, калію обмінного, але зумовлює найменше зростання вмісту лужногідролізованого азоту, найграма кореляційно–регресійної залежності досліджуваних чинників відображена на *рис. 1*.

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,976$ показує, що приріст вмісту гумусу у ґрунті на 98% залежить від урожайності сидератів.

Між урожайністю вегетативної маси рослин сидератів та їх впливом на зростання вмісту азоту лужногідролізованого у ґрунті встановлений середній позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,534$. Причиною цього є зростання вмісту азоту у ґрунті на варіанті, де ріс сидерат горох унаслідок його симбіотичної азотфіксації.

Між урожайністю вегетативної маси рослин сидератів та їх впливом на зростання вмісту обмінного калію у ґрунті встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,984$. Діаграма кореляційно–регресійної залежності досліджуваних чинників відображена на *рис. 2*.

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,968$ показує, що приріст вмісту обмінного калію у ґрунті на 97% залежить від урожайності сидератів.

Встановлена ефективність застосування сидерації у регулюванні водного режиму ґрунту, зокрема при вирощуванні сої. Так відмічається¹⁴⁷⁰, що сидеральні добрива сприяють кращому накопиченню вологи в орному шарі ґрунту і особливо на глибині 0–10 см. Ґрунт зволожується глибше завдяки більшій пористості орного шару при зароблянні сидерату в порівнянні з варіантом без сидерату. Дані про запаси вологи у ґрунті протягом вегетаційного періоду культури відбиваються не лише накопиченням і витратою води самим ґрунтом, а й споживанням вологи рослинами. Наявність зелених добрив у ґрунті сприяє більшому вологозабезпеченню насіння і рослин сої в перший період дефіциту вологи під час сівби та після неї. Так, в шарі ґрунту 0–20 см на варіанті, де не заробляли зелене добриво, перед сівбою культури в середньому за 2011–2015 роки вміст доступної вологи становив 28,2 мм, а з сидератами – 31,5 мм, що на 3,3 мм більше. Ця різниця позитивно впливала на польову схожість насіння і стан посівів. В період сходів культури доступної вологи містилось 25,9 мм, тоді як із зароблянням сидерального добрива – 31,9 мм. За сидерального удобрення водопроникність не погіршується і дещо вища в усі періоди вегетації рослин сої, ніж на варіанті без сидерального добрива (*табл.*). Це пояснюється тим, що без заробляння в ґрунт сидерального добрива на глибині 0–20 см, 20–40 см має місце пересушування орного шару в роки недостатнього зволоження. Коренева система потребує доброї аерації, структурного ґрунту.

¹⁴⁷⁰ Прус Л.І. Удосконалення елементів сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу західного. Дис...канд.н. 06.01.09 – рослинництво. Кам'янець-Подільський, 2017. 215 с.

Запаси вологи за шарами ґрунту в посівах сої
залежно від фону живлення, мм¹⁴⁷¹

Фон живлення	Шар ґрунту, см	Рік					Середнє	± до контролю			
		2011	2012	2013	2014	2015		фон I		фон II	
								мм	%	мм	%
<i>Перед сівою</i>											
I – чорний пар без добрив	0–20	29,6	23,4	28,8	31,7	27,4	28,2	0	0	–	–
	20–40	30,1	31,2	30,6	33,8	30,2	31,2	3,0	11,1	–	–
	0–40	64,3	58,4	60,2	68,4	65,5	63,4	35,2	22,5	–	–
	0–100	191,4	175,8	189,3	192,6	185,4	186,9	158,7	66,3	–	–
II – фон II + сидерати	0–20	36,3	27,6	28,8	35,2	29,6	31,5	3,3	11,2	0	0
	20–40	42,2	31,5	40,9	38,3	34,8	37,5	9,3	13,3	6,0	11,9
	0–40	73,1	67,5	68,8	71,5	70,9	70,4	42,2	25,0	38,9	22,3
	0–100	200,3	194,8	198,1	201,4	209,2	200,8	172,6	71,2	169,3	63,7
<i>За повних сходів</i>											
I – чорний пар без добрив	0–20	25,4	20,2	20,5	37,4	26,0	25,9	–2,3	–9,2	–	–
	20–40	45,1	28,7	30,8	56,0	46,5	41,4	13,2	14,7	–	–
	0–40	60,2	52,3	55,4	71,1	72,6	62,3	34,1	22,1	–	–
	0–100	184,4	171,3	179,3	185,8	210,4	186,2	158,0	66,0	–	–
II – фон I + сидерати	0–20	35,5	26,4	25,8	39,7	32,2	31,9	3,7	11,3	0	0
	20–40	38,8	30,0	38,4	40,9	42,1	38,0	9,8	13,5	6,1	11,9
	0–40	65,9	62,2	58,3	74,6	73,8	67,0	38,8	23,8	35,1	23,8
	0–100	194,6	184,5	188,1	203,4	202,5	194,6	166,4	69,5	162,7	61,0
<i>У міжфазний період цвітіння – утворення бобів</i>											
I – чорний пар без добрив	0–20	22,3	25,1	19,3	18,7	17,2	20,5	–7,7	–13,8	–	–
	20–40	21,6	28,7	23,4	15,2	20,1	21,8	–6,4	12,9	–	–
	0–40	30,1	36,8	34,8	33,9	40,2	35,2	7,0	12,5	–	–
	0–100	117,9	130,5	125,4	116,4	109,6	120,0	91,8	42,5	–	–
II – фон I + сидерати	0–20	26,2	29,8	28,5	20,2	19,7	24,9	–3,3	–11,3	0	0
	20–40	29,9	35,4	32,3	28,9	25,6	30,4	–2,2	–10,8	5,5	12,2
	0–40	40,1	45,3	46,5	58,2	45,8	47,2	19,0	16,7	22,3	19,0
	0–100	138,6	160,2	140,2	155,3	148,0	148,5	120,3	52,7	123,6	59,6
<i>У міжфазний період дозрівання – повна стиглість</i>											
I – чорний пар без добрив	0–20	30,1	34,9	29,9	35,0	5,6	26,1	–2,1	–10,8	–	–
	20–40	28,9	38,6	36,4	29,9	8,1	28,4	–0,2	–0,07	–	–
	0–40	34,6	63,5	60,3	64,9	9,8	46,6	18,4	16,5	–	–
	0–100	149,6	169,8	160,1	158,5	50,6	137,7	109,5	48,8	–	–
II – фон I + сидерати	0–20	35,2	56,8	36,3	33,9	5,8	33,6	–5,4	–11,9	0	0
	20–40	50,1	65,4	41,3	38,1	9,5	40,9	12,7	14,5	7,3	12,2
	0–40	58,9	69,7	63,4	55,8	14,6	52,5	24,3	18,6	18,9	15,6
	0–100	160,5	180,3	174,2	164,5	63,4	148,6	120,4	52,7	115,0	44,2

¹⁴⁷¹ Прус Л.І. Удосконалення елементів сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу західного. Дис...канд.н. 06.01.09 – рослинництво. Кам'янець-Подільський, 2017. 215 с.

За даними М.С. Чернілевського та ін.¹⁴⁷², коренева система сидеральних культур та їх надземна маса аерують орний і підорний шари ґрунту та є поживою для дощових черв'яків і ґрунтових мікроорганізмів, створюючи умови для структуризації й розпушування ґрунту. Ґрунт заправлений сидератами, забезпечує кращий водообмін, він раніше досягає, що сприяє вчасному проведенню польових робіт, зменшує перегрівання, у ньому зберігається волога, знижується його кислотність, підвищується буферність поглинання, водопроникність та агрофізичні властивості¹⁴⁷³.

Визначено, що кращі умови для розуцільнення підорного шару забезпечуються за вирощування на зелене добриво редьки олійної¹⁴⁷⁴. При застосуванні зеленого добрива залишаються отвори після розкладу коріння та рослинних решток, більш сприятлива структура ґрунту, що сприяє фільтрації.

Стрельченко В.В. встановив, що для забезпечення щільності ґрунту в шарі 0–10 см на рівні 1,0–1,3 г/см³ необхідно 20,8 т/га рослинних решток¹⁴⁷⁵.

Дослідженнями встановлено, що, в середньому за вегетаційний період сої об'ємна маса ґрунту в шарі 0–30 см у варіанті заробляння сидерального добрива була на 0,04–0,05 г/см³ нижчою, ніж без сидерату (*табл.2.128*).

Сидеральне добриво залишається на поверхні ґрунту, кореневі рештки та стебло з листками рослин зменшує щільність його будови. При цьому не утворюється кірка, за рахунок чого покращується водопроникність і повітряний обмін, накопичується більше вологи в ґрунті, що необхідно для рослин та їх кореневої системи для кращого росту і розвитку бульбочкових бактерій. Без заробляння сидерального добрива шар ґрунту в 5–10 см ущільнений сильніше, ніж за сидерального добрива. Амплітуда коливань щільності шару ґрунту 0–30 см на фоні без сидерату дуже велика – від 1,23 до 1,34 г/см³ у фазі повних сходів та – від 1,28 до 1,46 г/см³ перед збиранням і складає, відповідно, 0,17 та 0,23 г/см³. У варіанті внесення сидерального добрива щільність ґрунту коливалася від 1,18 до 1,28 г/см³ у фазі повних сходів і від 1,19 до 1,31 г/см³ – перед збиранням і складає відповідно 0,04 та 0,08 г/см³.

Підтверджено ефективність застосування сидератів у плані їх позитивного впливу на властивості ґрунтів і в наших дослідженнях¹⁴⁷⁶.

¹⁴⁷² Серветник О.В. Особливості сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу Правобережного / Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09: Рослинництво / О.В. Серветник. Вінниця. 2013. 21 с.

¹⁴⁷³ Тараріко О.Г. Моніторинг стану вологозабезпеченості посівів за даними дистанційного зондування землі. О.Г. Тараріко, Т.В. Ільєнко. Вісник аграрної науки 2015. № 5. С. 52-58.

¹⁴⁷⁴ Культура сидерації / за наук. ред. Е.Г. Дегодюка, С.Ю. Булигіна. К.: Аграр. Наука, 2013. 80 с

¹⁴⁷⁵ Балюк С.А. Спосіб поліпшення гумусового стану ґрунтів / С.А. Балюк, А.С. Заришняк, Є.В. Скрильник та інші. Наук.-вироб. бюл. завершених наукових розробок, Аграрна наука-виробництво. 2015. № 4. С. 3-4.

¹⁴⁷⁶ Мазур В.А., Цицюра Я.Г., Браніцький Ю.Ю. Ефективність використання редьки олійної для біологізації систем удобрення окремих сільськогосподарських культур в умовах ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум». *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. Вип. № 2(21). С. 5–23.

Таблиця 2.128

Щільність складання ґрунту залежно від удобрення сої, г/см³,
2011–2015 рр.¹⁴⁷⁷

Фон живлення	Шар ґрунту, см	Рік					Середнє	± до контролю			
								фон I		фон II	
		2011	2012	2013	2014	2015		г/см ³	%	г/см ³	%
<i>Фаза – повні сходи</i>											
I – чорнийпар без добрив	0–5	1,23	1,24	1,24	1,22	1,21	1,23	0	0	–	–
	5–10	1,26	1,25	1,28	1,24	1,26	1,26	0,03	2,4	–	–
	10–20	1,30	1,27	1,33	1,26	1,27	1,29	0,06	4,9	–	–
	20–30	1,34	1,33	1,36	1,32	1,33	1,34	0,11	8,9	–	–
II – фон I + сидерати	0–5	1,17	1,19	1,18	1,18	1,19	1,18	–0,05	–4,1	0	0
	5–10	1,18	1,20	1,19	1,20	1,21	1,20	–0,03	–2,4	0,02	1,7
	10–20	1,23	1,24	1,25	1,23	1,24	1,24	0,01	0,8	0,06	5,1
	20–30	1,28	1,27	1,30	1,26	1,29	1,28	0,05	4,1	0,10	8,5
<i>Фаза – початок наливу бобів</i>											
I – чорнийпар без добрив	0–5	1,28	1,27	1,29	1,25	1,30	1,28	0,01	4,1	–	–
	5–10	1,33	1,32	1,36	1,28	1,32	1,32	0,09	7,3	–	–
	10–20	1,39	1,41	1,49	1,32	1,40	1,40	0,17	13,8	–	–
	20–30	1,50	1,48	1,53	1,34	1,46	1,46	0,23	18,7	–	–
II – фон I + сидерати	0–5	1,19	1,18	1,20	1,20	1,19	1,19	–0,04	–3,3	0	0
	5–10	1,22	1,21	1,24	1,29	1,23	1,24	0,01	4,1	0,05	4,2
	10–20	1,27	1,26	1,29	1,27	1,25	1,27	0,04	3,4	0,08	6,7
	20–30	1,32	1,31	1,33	1,30	1,28	1,31	0,08	6,5	0,12	10,1
Середнє		1,28	1,28	1,30	1,25	1,28	1,28	0,05	4,6	0,07	6,01
НІР ₀₅		0,01	0,02	0,03	0,01	0,02					

Слід також зауважити, що значимість біологізації удобрення для агропромислової сфери України є актуальним питанням успішної імплементації її в європейський простір та дозволяє забезпечити реалізацію цілей сталого розвитку у аспектах гарантування продовольчої безпеки держави. Вінницький національний університет та Уладово–Люлинецька селекційно–дослідна станція у складі НВВК «Всеукраїнський науково–навчальний консорціум» активно досліджують питання альтернативних систем удобрення, забезпечення їх екологічної та ґрунтозахисної складової, переходу на органічно–спрямовані системи удобрення, розробки регламенту використання біодобрив та біопрепаратів рістстимулюючого та рістрегулюючого характеру у рамках виконання завдання 27.00.02.01.Ф «Розробити наукові основи біологізації та удосконалення систем удобрення, які забезпечують підвищення продуктивності культур та стабілізацію родючості ґрунтів правобережного Лісостепу України»

¹⁴⁷⁷ Прус Л.І. Удосконалення елементів сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу західного. Дис...канд.н. 06.01.09 – рослинництво. Кам'янець-Подільський, 2017. 215 с.

Дослідження проводились впродовж 2019–2020 рр. одночасно на дослідному полі ВНАУ та в умовах Уладово–Люлинецької селекційно–дослідної станції. Місце досліджень дослідне поле ВНАУ представлено темно–сірими лісовими ґрунтами. Агрохімічний потенціал поля: вміст гумусу: 2,02–3,2 %, легкогідролізованого азоту 67–92, рухомого фосфору 149–220, обмінного калію 92–126 мг/кг ґрунту при рН_{KCl} 5,5–6,0. Формат досліджень – дрібноділянковий, повторність 3–х разова. Місце досліджень Уладово–Люлинька селекційно дослідна станція (лабораторія з проблем землеробства і стаціонарних агрохімічних досліджень в зоні Західного Лісостепу України) представлено чорноземами глибокими малогумусними вилугуваними середньо–суглинкового механічного складу. Вміст гумусу 3,9–4,4%. Реакція ґрунтового розчину рН_{KCl} 5,9–6,3, ступінь насичення основами 86–91%. Вміст легкогідролізованого азоту 99–115, рухомого фосфору 119–159, обмінного калію 116–142 мг/кг ґрунту. Формат досліджень – дрібноділянковий, повторність 3–х разова. Програма досліджень передбачала вивчення впливу варіантів застосування сидеральних культур з огляду на особливість їх морфогенезу та формування фітомаси на окремі властивості ґрунту, рівень забур'яненості поля після їх застосування з оцінкою величини урожайності кукурудза на зерно (передпопередник озима пшениця).

В якості об'єкта дослідження використано для співставного вивчення ефективність різних варіантів сидерації за використання гірчиці білої (сорт Кароліна), редьки олійної (сорт Журавка) та суріпиці ярої (сорт Діамант).

Строк сівби для всіх варіантів сидератів припадав у 2018 році на середину другої декади липня у 2019 році – на початок третьої декади липня. Посіву сидерату передувало дискування на глибину 8–10 см у два сліди. Параметри конструювання агроценозів сидератів формували на підставі загальних методичних рекомендацій щодо проведення проміжної сидерації з огляду на видові особливості культури–сидерату: сівбу проводили звичайним рядковим (15 см) та широкорядним (30 см) способом з густиною стояння 2,2–2,5 та 1,5–1,7 млн шт./га схожих насінин для гірчиці білої, 2,7–3,0 та 1,5–1,7 млн. шт./га схожих насінин для редьки олійної та 2,0–2,2 і 1,2–1,4 млн. шт./га схожих насінин для суріпиці ярої. Після сівби проводили прикочування. Процес власне ґрунтової сидерації відповідав однотиповому періоду для всіх вивчаємих видів рослин сидератів – бутонізація–початок цвітіння шляхом попереднього дискування. Остаточне заробляння сидеральної маси в ґрунт проводилась за рахунок відвального обробітку на глибину 25–27 см для забезпечення оптимізації агровимог вирощування кукурудзи на зерно.

Оцінка гідротермічних умов періоду вегетації вивчаємих сидеральних культур (серпень–жовтень) засвідчила певні їх відмінності за відповідний період досліджень, що вплинуло на інтенсивність ростових процесів різних сидератів та визначило направленість їх впливу на формування урожайності кукурудзи на зерно (рис.). Слід зауважити, що відповідно до біологічних особливостей культур–сидератів умови періоду досліджень (липень 2018–жовтень 2018 та аналогічно липень 2019–жовтень 2019 року) саме з позиції

забезпечення відповідних ростових процесів та формування відповідного рівня листостеблової маси можна віднести до помірно сприятливих. При цьому умови осені 2018 року за всіма параметрами мали більш сприятливий характер для росту і розвитку рослин сидератів, ніж умови 2019 року. Так, для умов дослідного поля ВНАУ період вегетації сидератів (рис.) у 2018 році характеризувався сумою опадів у 273,4 мм за середньодобовою температурою 16,6 °С та величини ГТК 1,34. Тіж параметри для умов вегетації сидератів у 2019 році становили 161,7 мм, 16,2 °С та 0,81, відповідно.

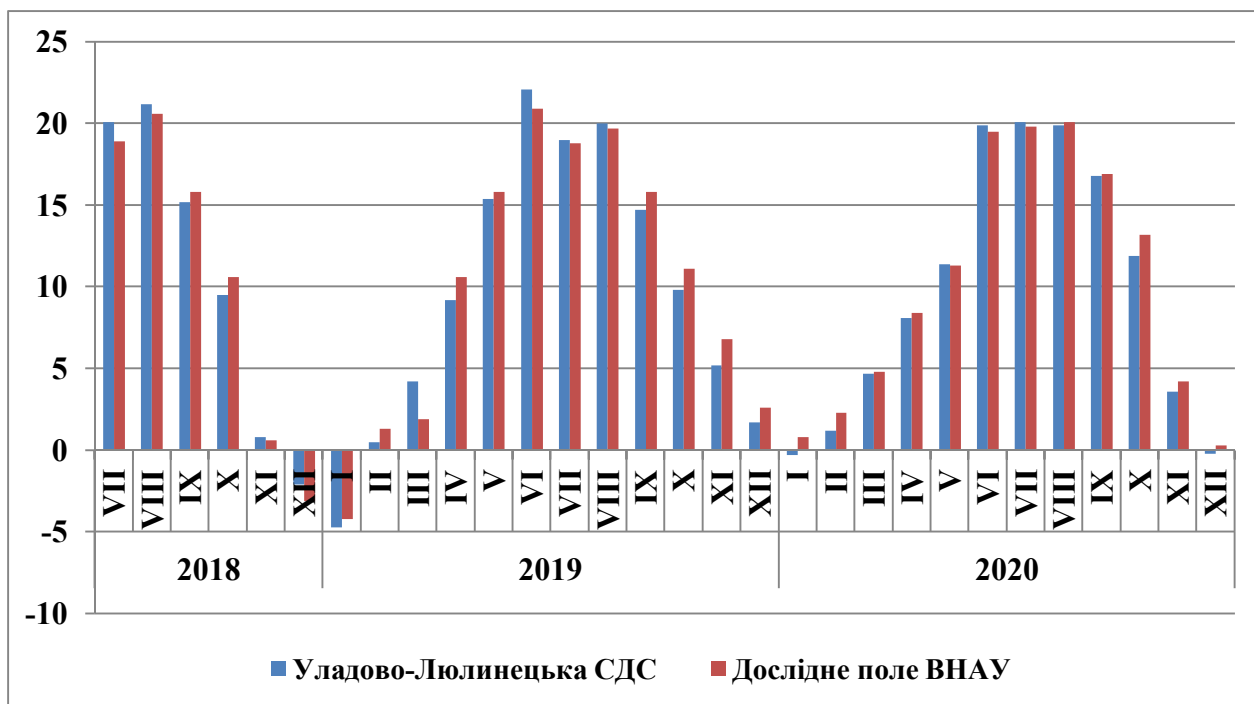


Рисунок 2.84 – Середньодобова температура за період досліджень, °С.

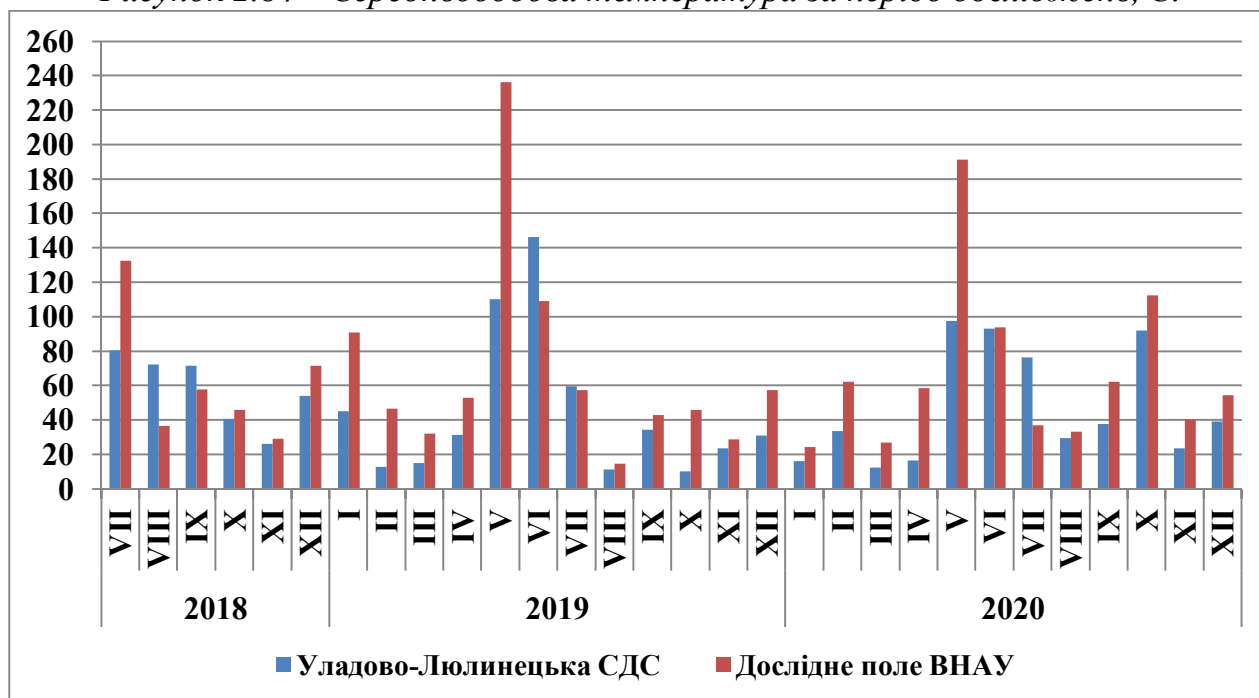


Рисунок 2.85 – Сума опадів за період досліджень, мм.

Кліматичні параметри періоду вегетації сидератів для умов Уладово–Люлинецької селекційно–дослідної станції мали аналогічний характер як за значеннями середньодобової температури, так і за значенням суми опадів і становили, відповідно, для періоду 2018 року – 265,5 мм, 16,5 °С, 1,31, а для періоду 2019 року – 116 мм, 16,4 °С та 0,65. Такий характер відмінностей вплинув на особливості ростових процесів та величину сидеральної маси рослин сидератів у співставленні двох місць проведення досліджень та дозволив додатково оцінити роль чинника кліматичних параметрів у ефективності їх використання серед видової групи хрестоцвітих культур.

Отримані результати досліджень засвідчили істотну відмінність щодо впливу різних видів рослин–сидератів на базові показники фізичних властивостей ґрунту – шпаруватість та щільність у розрізі вивчаємих шарів орного горизону (0–30 см) (табл.) перед початком основних технологічних операцій з вирощування кукурудзи на зерно. Застосування всіх видів рослин–сидератів сприяло загальному зростанню як загальної шпаруватості в тому числі і її підкатегорій, так і шпаруватості аерації. При цьому вказана особливість формування шпаруватості була відмічена як для чорноземних ґрунтів для умов Уладово–Люлинецької селекційно–дослідної станції, так і для сірих лісових ґрунтів в умовах дослідного поля ВНАУ. Це в кінцевому підсумку сприяло зниженню щільності ґрунту у співставленні до контрольних варіантів. Найбільш позитивний вплив на такий характер змін був відмічений у середньому за період досліджень у варіанті післяжнивної сидерації із застосуванням редьки олійної, застосування якої забезпечило у варіанті звичайної рядкової сівби сидерату на чорноземних ґрунтах зростання загальної шпаруватості в шарі ґрунту 0–30 см на 8,4 %, капілярної – на 9,8 %, некапілярної – на 6,5 %, шпаруватості аерації – на 13,1 %. Для варіанту широкорядної сівби ці показники мали істотно менші значення і становили, відповідно, 3,5 %, 3,9 %, 2,8 % та 6,0 %. На сірих лісових ґрунтах ефективність формуючого впливу у тенденції зростання показників агрофізичних властивостей ґрунту за застосування сидерації була істотно вищою. При цьому як і у попередньому варіанті застосування в якості сидерату редьки олійної мало істотні переваги. Так за рядкової сівби зростання загальної шпаруватості в шарі ґрунту 0–30 см відмічено на 12,5 %, капілярної – на 11,9 %, некапілярної – на 13,3 %, шпаруватості аерації – на 13,3 %. За широкорядної сівби відповідний ряд показників у цілому майже в двічі нижчим. У співставленні до варіанту сидерації редькою олійною, варіант сидерації гірчицею білою на чорноземних ґрунтах забезпечив інтенсивність зростання загальної шпаруватості на 5,4 % (рядкова сівба) та 1,7 % (широкорядна сівба), капілярної шпаруватості – 7,2 % і 2,3 %, відповідно, некапілярної шпаруватості – 2,8 % і 0,9 %, відповідно, шпаруватості аерації – 11,3 % і 4,3 %, відповідно. На сірих лісових ґрунтах вказані величини зростання були в цілому на 28,2 % (рядкова сівба) та 59,8 % (широкорядна сівба) вищими, ніж на чорноземних ґрунтах. Найнижчий рівень приростів показників відмічено у варіанті застосування як сидерату суріпиці ярої – усереднене зростання видів шпаруватості на 2,0 % за рядкової та на 0,92 % за широкорядної сівби на

чорноземних ґрунтах, та на 3,84 % і 1,75 %, відповідно, на сірих лісових ґрунтах. У підсумку динаміка формування шпаруватості позитивно відобразилась на величині показника щільності ґрунту з максимальною величиною оптимізації її величини у варіанті рядкової сидерації редькою олійною на чорноземних ґрунтах $1,26 \text{ г/см}^3$, а на сірих лісових ґрунтах за того ж варіанту сидерації – $1,37 \text{ г/см}^3$, що на 7,4 % і 8,1 %, відповідно, нижче у співставленні до контролю. Отримані результати ми пояснюємо специфікою розвитку та формування корневих систем вивчаємих рослин–сидератів. У випадку редьки олійної (рис. 2.86) за літнього строку сівби формується потовщена стрижнева коренева система з глибоким проникненням у ґрунт (табл. 2.129).

За відповідної густоти стояння це забезпечує інтенсивний дренаж кореневмісного шару ґрунту, а наявність морфотипів з інтенсивним потовщенням та інтенсивним скелетним галуженням забезпечує інтенсивну скелітацію відповідного шару ґрунту, що у підсумку забезпечує зміну відповідних величин шпаруватості та щільності. Крім того інтенсивний радіальний ріст кореневої системи редьки олійної забезпечує інтенсивну диференціацію ґрунтового шару на капілярні та некапілярні структури за зростання загальної шпаруватості аерації.

На відміну від редьки олійної, у гірчиці білої формування кореневої системи направлене на розвиток вираженого стрижневого кореня, проте для неї характерне формування вираженого горизонтального галуження, менша товщина та менша глибина проникнення у частині максимального потовщення. У результаті чого нами відмічено менш виражене дренування орного шару та його диференціація на структурні агрегати. Більш яскраво ці відмінності відмічено у інших дослідженнях¹⁴⁷⁸ результати якого з вичення динаміки та особливостей формування корневих систем гірчиці білої та редьки олійної представлено на рис. 2.86–2.87.

Для суріпиці ярої за літньої сівби формування кореневої системи у співставленні до редьки олійної та гірчиці білої відмічено як найменш інтенсивне: найменша розвинутість та радіальне потовщення за меншої глибини проникнення. У підсумку такі особливості знайшли своє відображення у впливові відповідних видів сидератів як на формування шпаруватості ґрунту, так і на величину його щільності. При цьому на основі наших досліджень слід зауважити, що застосування сидерації на ґрунтах з менш сприятливими агрофізичними властивостями забезпечує більш істотний позитивний ефект у їх оптимізації.

Щодо впливу на вказані показники способу сівби, то слід зауважити, що для всіх видів сидератів за широкорядної сівби відмічено загальне збільшення габітусу кореневої системи з її потовщенням та галуженням при деяком зменшенні загальної глибини її проникнення.

¹⁴⁷⁸ Цицюра Я. Г., Цицюра Т. В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування. Монографія. Вінниця: ТОВ “Нілан ЛТД”, 2015. 624 с.

Таблиця 2.129

Шпаруватість та щільність ґрунту усереднено на стадію фізичної стиглості ґрунту перед початком механізованих операцій під кукурудзу на зерно залежно від варіанту сидерату (середнє за 2019–2020 рр.)¹⁴⁷⁹

Шпаруватість	Глибина, см	Конт роль	Гірчиця біла		Редька олійна		Суріпиця яра		**НІР ₀₅
			Р*	Ш*	Р	Ш	Р	Ш	
В умовах Уладово–Люлинецької селекційно–дослідної станції (чорноземи глибокі малогумусні)									
Загальна	0–10	53,0	56,3	53,8	58,1	55,3	53,6	53,3	1,33
	10–20	52,8	55,3	53,9	57,1	54,5	53,8	53,2	1,18
	20–30	50,5	53,2	51,4	54,3	51,8	51,5	50,9	0,84
	0–30	52,1	54,9	53,0	56,5	53,9	53,0	52,5	1,08
Капілярна	0–10	30,3	32,9	30,9	33,9	31,8	30,6	30,4	0,79
	10–20	31,5	33,1	32,3	34,2	32,7	32,1	31,7	0,64
	20–30	30,1	32,4	30,7	32,8	30,9	30,6	30,3	0,41
	0–30	30,6	32,8	31,3	33,6	31,8	31,1	30,8	0,67
Некапілярна	0–10	22,7	23,4	22,9	24,2	23,5	23,0	22,9	0,82
	10–20	21,3	22,2	21,6	22,9	21,8	21,7	21,5	0,61
	20–30	20,4	20,8	20,7	21,5	20,9	20,9	20,6	0,59
	0–30	21,5	22,1	21,7	22,9	22,1	21,9	21,7	0,74
Аерації	0–10	33,3	35,8	34,2	38,6	36,1	34,1	33,8	1,45
	10–20	30,6	33,9	32,1	34,9	32,1	31,5	30,9	1,47
	20–30	26,3	30,7	27,8	28,8	27,5	27,2	26,8	1,09
	0–30	30,1	33,5	31,4	34,1	31,9	30,9	30,5	1,39
Щільність _з г/см ³	0–10	1,30	1,23	1,28	1,20	1,25	1,28	1,29	0,05
	10–20	1,37	1,29	1,33	1,26	1,30	1,33	1,35	0,06
	20–30	1,40	1,34	1,36	1,31	1,36	1,36	1,38	0,05
	0–30	1,36	1,29	1,32	1,26	1,30	1,32	1,34	0,05
В умовах дослідного поля ВНАУ (сірі лісові ґрунти)									
Загальна	0–10	42,7	47,7	45	49,3	46,1	44,6	43,7	1,41
	10–20	40,4	43,7	41,8	45,2	42,8	42,0	41,4	1,22
	20–30	38,9	41,6	39,8	42,8	40,6	40,5	39,5	0,92
	0–30	40,7	44,3	42,2	45,8	43,2	42,4	41,5	1,20
Капілярна	0–10	23,3	26,5	25,1	27,2	25,5	24,5	23,9	0,83
	10–20	22,6	24,1	23,5	25,1	23,9	23,6	23,2	0,71
	20–30	22,2	23,2	22,7	23,9	23,1	22,9	22,5	0,49
	0–30	22,7	24,6	23,8	25,4	24,2	23,7	23,2	0,69
Некапілярна	0–10	19,4	21,2	19,9	22,1	20,6	20,1	19,8	0,91
	10–20	17,8	19,6	18,3	20,1	18,9	18,4	18,2	0,75
	20–30	16,7	18,4	17,1	18,9	17,5	17,6	17	0,68
	0–30	18,0	19,7	18,4	20,4	19,0	18,7	18,3	0,80
Аерації	0–10	20,5	22,4	21,9	23,6	21,8	20,9	20,7	0,56
	10–20	17,6	18,5	17,9	19,4	18,7	18,3	17,8	0,47
	20–30	13,9	14,9	14,2	15,8	14,3	14,3	14	0,41
	0–30	17,3	18,6	18,0	19,6	18,3	17,8	17,5	0,45
Щільність _з г/см ³	0–10	1,40	1,34	1,35	1,30	1,36	1,39	1,37	0,03
	10–20	1,50	1,38	1,43	1,35	1,41	1,49	1,49	0,04
	20–30	1,57	1,50	1,54	1,46	1,50	1,53	1,55	0,05
	0–30	1,49	1,41	1,44	1,37	1,42	1,47	1,47	0,04

Примітка. * Р – рядковий варіант сівби, Ш – широкорядний варіант сівби; ** – для значень у % після перетворення у функції \arctg .

¹⁴⁷⁹ Мазур В.А., Цицюра Я.Г., Браніцький Ю.Ю. Ефективність використання редьки олійної для біологізації систем удобрення окремих сільськогосподарських культур в умовах ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум». *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. Вип. № 2(21). С. 5–23.



Рисунок 2.86 – Коренева система редьки олійної (верхня ліва позиція) гірчиці білої (верхня права позиція), суріпиці ярої (нижня ліва позиція) та можливі морфотипи кореневої системи редьки олійної (нижня ліва позиція) (розмірність чорного квадратика 2x2 см).



Рисунок 2.87 – Динаміка формування кореневої системи гірчиці білої (ліва позиція) та редьки олійної (права позиція) (1 – 72 доба, 2 – 64 доба; 3 – 59 доба; 4 – 52 доба після повних сходів) (Джерело: <https://kursi-floristiki.ru/ovoshchi/redka-maslichnaya-kak-siderat.html>).

Проте це загальне збільшення не компенсує диференціацію ґрунтового шару на смуги де наявні рослини сидерату і міжсмуговий простір де вони відсутні. У результаті усереднена величина величини радіального і вертикального дронування є нижчою, ніж за варіанту рядкового способу сівби. Це підтверджується значеннями показників для всіх видів сидератів у співставленні рядкового та широкорядного способу їх сівби.

Наші дослідження засвідчили також позитивну дію від застосування всіх видів сидерації на формування кількісно-вагової та видової форм забур'яненості поля перед заорюванням сидератів (табл. 2.130). При цьому істотність цього впливу у співставленні до контролю визначалась видом рослини-сидерату. Так, в умовах Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції максимальне зниження загальної забур'яненості відмічено у варіанті післяжнивної сидерації редькою олійною за рядкової сівби для різних місць проведення досліджень на 59,8–66,3 %, за широкорядної – на 50,5 %–55,4 %, що у значеннях маси бур'янів склало 62,9–67,0 % та 31,2–50,6 %, відповідно. Герборегулююча роль гірчиці білої за близького її значення усереднено була на 10,2–15,3 % нижчою у порівнянні з редькою олійною. Аналогічний показник для суріпиці ярої був майже вдвічі нижчим порівняно з тим же варіантом редьки олійної.

Слід також зауважити, що максимальний ефект від застосування всіх видів сидератів як на чорноземних, так і на сірих лісових ґрунтах відмічено для біологічних груп зимуючих (загальне зниження кількості у межах видів сидератів 32,3–70,3 % за рядкової та 26,0–47,5 % за широкорядної сівби) та пізніх ярих бур'янів (54,7–74,2 % та 50,3–65,4 %, відповідно). Така видова специфіка дії сидератів зумовлена циклом розвитку власне певним біологічних груп бур'янів та аспектами їх рясності за культивування сидератів у літньо-осінній період вегетації. Слід також зауважити і дію сидератів не лише на кількість бур'янів, але й на їх масу. Зокрема, у варіанті більшої кількості бур'янів їх маса нижче аналогічної кількості у інших варіантах. Зокрема такий диспаритет зменшення маси бур'янів за збереження їх кількості слід відмітити у варіанті застосування гірчиці білої та редьки олійної, що є свідченням загально суперсуючого впливу вказаних видів сидератів не лише на стадії проростання бур'яну, але, що важливо, й на стадії його активного росту.

Знову ж таки, пояснення таким особливостям впливу різних сидератів на рівень забур'яненості поля слід зауважити, що для всіх варіантів сидерації протибур'янова ефективність залежала від темпів наростання надземної вегетативної маси, інтенсивності змикання загального покриття поля асиміляційною поверхнею рослин сидератів. В свою чергу темпи наростання вегетативної сидеральної надземної маси залежали в першу чергу від умов зволоження, які складаються у перші два-три тижні після посіву сидерату. Для обох років досліджень та місць їх проведення гідротермічні умови були помірно сприятливими для формування відповідної листостеблової маси. Проте, варіанти звичайної рядкової сівби були більш продуктивними з позиції як інтенсивності формування маси, так і з позиції гербологічного контролю

рослин редьки олійної по відношенню до бур'янів післяжнивного чи післяукісного циклу розвитку (рис. 2.88).

Таблиця 2.130

Кількість та маса бур'янів перед заорюванням післяжнивних сидератів, середнє за 2018–2020 рр.¹⁴⁸⁰

Варіант сидерації	Кількість бур'янів, шт./м ²					Маса бур'янів, г/м ²					
	біологічні групи бур'янів				всього	біологічні групи бур'янів				всього	
	ярі ранні	ярі пізні	зимуючі	багато-річні		ярі ранні	ярі пізні	зимуючі	багато-річні		
В умовах Уладово–Люлинецької селекційно–дослідної станції											
Без сидерату (контроль)		9,6	10,2	2,3	1,5	23,6	72,3	65,3	18,9	9,8	166,3
Післяжнивний сидерат редьки олійної	Р*	3,2	2,1	0,6	0,7	6,6	20,6	24,5	7,7	2,1	54,9
	Ш*	4,2	3,3	1,2	1,0	9,7	56,2	41,8	12,3	4,2	114,5
Післяжнивний сидерат гірчиці білої	Р	4,4	3,5	0,9	0,9	9,7	28,9	35,0	12,4	3,6	79,9
	Ш	5,2	4,1	1,3	1,2	11,8	32,9	41,6	17,8	5,3	97,6
Післяжнивний сидерат суріпиці ярої	Р	7,2	5,1	1,9	1,3	15,5	61,8	50,9	16,0	8,1	136,8
	Ш	7,9	5,6	2,0	1,3	16,8	65,3	54,8	16,9	8,7	145,7
НІР ₀₅		1,4	0,9	1,1	0,3	0,9	10,8	11,3	8,1	1,5	24,1
В умовах дослідного поля ВНАУ											
Без сидерату (контроль)		14,8	15,5	3,6	2,6	36,5	95,2	93,0	35,6	12,2	236,0
Післяжнивний сидерат редьки олійної	Р	5,6	4,8	1,2	1,1	12,7	30,9	40,5	12,8	3,4	87,6
	Ш	6,9	5,7	1,9	1,6	14,1	46,4	50,5	14,9	4,9	116,7
Післяжнивний сидерат гірчиці білої	Р	6,6	6,2	1,5	1,4	15,7	41,8	45,0	18,4	8,6	113,8
	Ш	8,4	7,7	1,8	1,9	19,8	47,9	49,3	20,1	9,8	127,1
Післяжнивний сидерат суріпиці ярої	Р	8,2	6,3	1,9	1,3	17,7	49,8	49,6	20,0	10,5	129,9
	Ш	8,8	6,9	2,2	1,6	19,5	51,2	52,6	20,9	11,3	136,0
НІР ₀₅		1,1	0,8	1,0	0,5	1,2	11,4	11,5	8,5	1,9	25,3

Примітка. * Р – рядковий варіант сівби, Ш – широкорядний варіант сівби.

¹⁴⁸⁰ Мазур В.А., Цицюра Я.Г., Браніцький Ю.Ю. Ефективність використання редьки олійної для біологізації систем удобрення окремих сільськогосподарських культур в умовах ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум». *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. Вип. № 2(21). С. 5–23.

Так у співставленні рядкового та широкорядного варіанту формування сидерату інтенсивність експозиційного покриття поверхні облікових ділянок сидератом до фази початку стеблування була у середньому на 18,4–33,7 % (залежно від року спостереження) вищою у варіанті звичайної рядкової сівби. Структура листостеблової маси також різнилась. Так, на фазу початку стеблування у варіанті звичайної рядкової сівби редьки олійної на частку стебла припадало 25,6–30,9 % на частку листя – 69,1–74,4 %. Для гірчиці білої та суріпиці ярої ці показники склали відповідно 32,6–40,2 і 59,8–67,4 % та 35,1–46,3 і 53,7–64,9, відповідно. Для варіанту широкорядної сівби це співвідношення у редьки олійної мало інший характер 39,5–44,9 та 55,1–60,5 %, відповідно. Для гірчиці білої за широкорядної сівби частка стебла була на 2,8–5,2 % менше, ніж у редьки олійної. У варіанті суріпиці ярої частка стебла зросла на 2,8–4,5 %. При цьому інтенсивність темпів розвитку сидератів нами відмічено суттєві відмінності. Так серед на початкових етапах до фази розетки гірчиця біла демонструвала більш інтенсивні темпи росту ніж редька олійна та суріпиця яра. Проте починаючи з фази стеблування рослини редьки олійної демонструють більш інтенсивні темпи її наростання, які враховуючи більшу біологічну адаптованість саме редьки олійної до понижених температур, зберігаються аж до періоду заорювання сидерату. Для варіанту суріпиці ярої з нижчим рівнем осінньої адаптації інтенсивність наростання листостеблової маси мала найнижчі темпи і відповідно формат її використання за чинником зниження забур'яненості поля май найнижчий загальний ефект. Вказані висновки наочно підтверджуються проведеним попередньо аналізом даних (табл. 2.131).

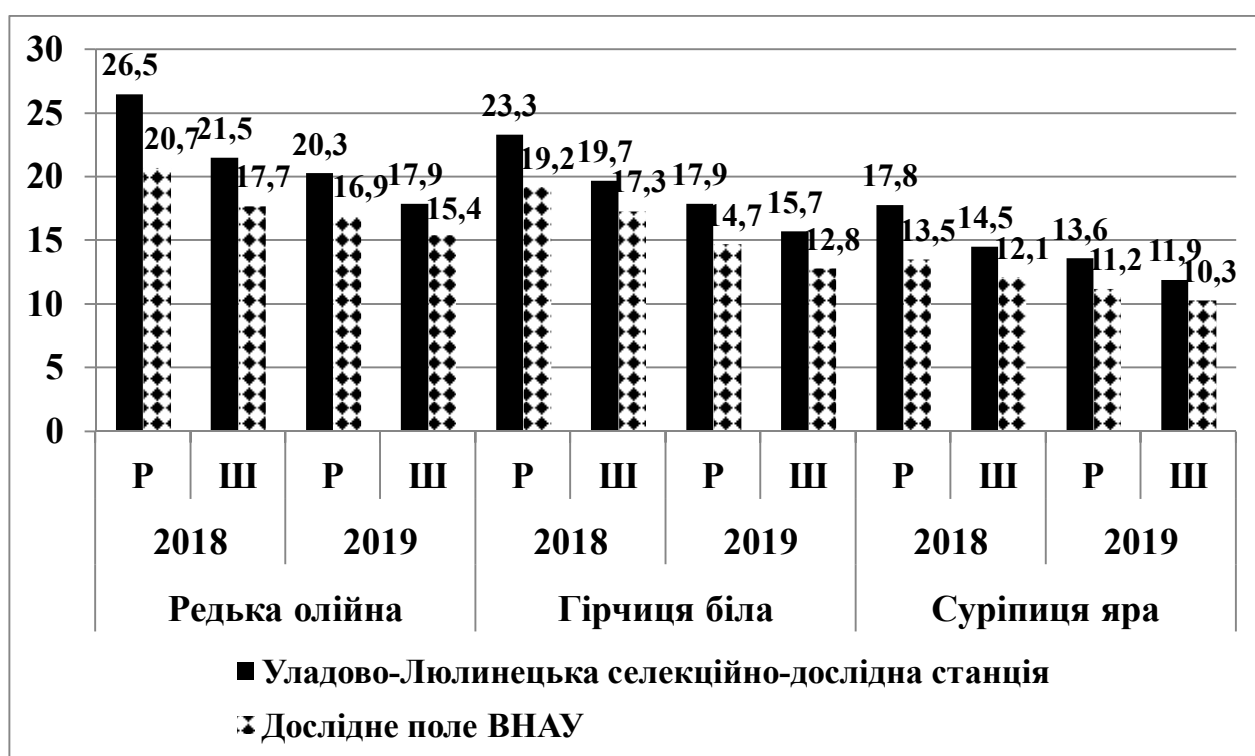


Рисунок 2.88 – Листостеблова маса сидератів перед заорюванням, т/га, 2018–2019 рр. (Р – рядковий варіант сівби, Ш – широкорядний варіант сівби; НІР₀₅ (т/га) для групи порівняння 1,14).

Слід також зауважити той факт, що гідротермічні умови за період від сівби до заорювання сидерату істотно впливали на продуктивність сидеральної культури. Як вже відмічалось умови 2018 року як за сумою опадів, так і за значенням гідротермічного коефіцієнту відповідали певним вимогам погодних моделей для забезпечення сидерації¹⁴⁸¹, що позитивно вплинуло на величину листостеблової маси всіх без виключення рослин-сидератів. Проте, слід і зауважити, що рівень адаптивності сидератів (за різницею урожайності листостеблової маси в оптимальний та менш сприятливий рік) був максимальним у варіанті застосування редьки олійної, особливо у варіанті рядкової сівби, забезпечивши рівень урожайності у середньому для років та місць проведення досліджень на 11,6 % вищу ніж у гірчиці білої та на 49,6 % вищу, ніж за варіанту застосування суріпиці ярої. Також встановлено позитивний вплив потенціалу ґрунтової родючості на формування листостеблової маси сидератів. Так, на чорноземних ґрунтах урожайність редьки олійної була на 3,9 т/га вищою, ніж у варіанті сірих лісових ґрунтів¹⁴⁸². А для гірчиці білої та суріпиці ярої ця різниця склала 3,2 і 2,7 т/га, відповідно. Це підкреслює едафічні особливості редьки олійної відмічені у ряді публікацій¹⁴⁸³.

Результати вивчення післядії сидеральних культур на величину забур'яненості кукурудзи на зерно під яку здійснюється власне варіант сидерації (*табл.*) засвідчив зниження загальної та видової забур'яненості на фазу 8–10 листків. При цьому встановлено, що усереднений для місць досліджень рівень зниження загальної кількості бур'янів становив за період досліджень за використання редьки олійної як післяжнивного сидерату 50,1 % за рядкового варіанту сівби та 40,0 % за широкорядного. Для варіанту сидерації із використанням гірчиці білої та суріпиці ярої – 48,6 і 39,5 % та 30,6 і 23,7 %, відповідно. За цих умов загальної ефективності максимальне зниження чисельності бур'янів відмічено для ярої ранньої групи, багаторічних та зимуючих бур'янів. Такий характер формування показників, на нашу думку, узгоджується із раніше зробленими висновками щодо рівня забур'яненості на період заорювання сидерату та особливостями впливу сидерації у процесі мінералізації листостеблової маси хрестоцвітих сидератів з позиції їх впливу на схожість та життєздатність насіння бур'янів багаторічного та ярового циклу розвитку¹⁴⁸⁴. Отриманий позитивний вплив на агрофізичні властивості ґрунту, поліпшення фітосанітарного стану поля та застосована листостеблова маса як альтернатива органічному удобренню сприяла підвищенню величини урожайності кукурудзи на зерно у нашому досліді (*табл. 2.131*). Слід зауважити, що період 2019–2020 рр. для формування урожайності гібридів кукурудзи на Вінниччині був складним, особливо умови 2020 року з тривалим аномально холодним періодом у перший період її вегетації до фази 8–10 листка. В силу цих причин, рівень урожайності кукурудзи на зерно для обох місць досліджень мав істотні відмінності в обліку врожаю 2019 та 2020 років. Середня урожайність зерна

¹⁴⁸¹ Сидерація в технологіях сучасного землеробства / [Шувар У. А., Роїк М. В., Іванишин В. Д. та ін.] за заг.Редакцією У. А. Шуvara, М. В. Роїка.– Ів.-Франківськ: Симфонія форте.2016. 180 с.

¹⁴⁸² Довбан К.И. Зеленое удобрение. М.: Агропромиздат, 1990. 208 с.

¹⁴⁸³ Сидеральні культури. Практичні рекомендації / Антоненко С.С., Антоненко А.С., Писаренко В.М. [та ін.]. Полтава: РВВ ПДАА, 2011. 31 с.

¹⁴⁸⁴ Косолап М.П. Гербологія. К.: Арістей, 2004. 364 с.

кукурудзи не перевищувала 7,4 т/га в умовах Уладово–Люлинецької селекційно–дослідної станції та 6,2 т/га в умовах дослідного поля ВНАУ на сірих лісових ґрунтах. Усереднені результати величини врожаю за різних варіантів сидерації показують її позитивний вплив на формування врожайності зерна кукурудзи.

Таблиця 2.131

Поширення біологічних груп бур'янів в посівах кукурудзи на зерно за різних варіантів сидерації на фазу 8–10 листків (гібрид СИ Респект (ФАО 240)), середнє за 2018–2020 рр.¹⁴⁸⁵

Варіант сидерації	Біологічна група бур'янів												всього	
	ярі ранні			ярі пізні			зимуючі			багаторічні				
	шт./м ²	% до всього	г/м ²	шт./м ²	% до всього	г/м ²	шт./м ²	% до всього	г/м ²	шт./м ²	% до всього	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
В умовах Уладово–Люлинецької селекційно–дослідної станції														
Без сидерату (контроль)	20,6	43,9	216	18,5	39,4	211	3,9	8,3	49,9	3,9	8,3	50,0	46,9	526,9
Редька олійна	Р*	11,4	52,8	154	8,6	39,8	159	0,9	4,2	19,8	0,7	3,2	19,6	352,4
	Ш*	13,5	51,3	171	10,2	38,8	178	1,4	5,3	28,4	1,2	4,6	25,6	403,0
Гірчиця біла	Р	13,9	52,1	183	10,8	40,4	168	1,1	4,1	26,3	0,9	3,4	23,8	401,1
	Ш	15,2	49,8	196	12,4	40,7	175	1,6	5,2	31,5	1,3	4,3	30,9	433,4
Суріпиця яра	Р	16,5	48,4	209	13,3	39,0	180	2,2	6,5	37,3	2,1	6,2	33,4	459,7
	Ш	17,2	46,2	212	14,8	39,8	189	2,7	7,3	41,8	2,5	6,7	41,5	484,3
НІР ₀₅	1,5	–	21,7	1,9	–	33,6	0,6	–	15,8	0,5	–	12,5	1,4	21,0
В умовах дослідного поля ВНАУ														
Без сидерату (контроль)	27,8	43,8	254	25,8	40,6	292	4,3	6,8	67,8	5,6	8,8	62,8	63,5	676,6
Редька олійна	Р	16,3	47,8	169	13,5	39,6	185	2,2	6,5	29,7	2,1	6,2	25,7	409,4
	Ш	18,2	44,8	179	16,9	41,6	192	2,8	6,9	32,5	2,7	6,7	37,4	440,9
Гірчиця біла	Р	14,5	49,8	168	9,4	32,3	183	2,8	9,6	36,3	2,4	8,2	37,8	425,1
	Ш	18,1	50,8	184	11,2	31,5	225	3,1	8,7	45,6	3,2	9,0	42,3	496,9
Суріпиця яра	Р	18,5	44,0	216	17,3	41,2	223	3,5	8,3	54,1	2,7	6,4	46,3	539,4
	Ш	20,2	43,4	224	18,6	40,0	242	3,9	8,4	60,3	3,8	8,2	50,4	576,7
НІР ₀₅	1,9	–	25,3	1,9	–	36,9	0,7	–	19,8	0,5	–	14,2	1,6	24,2

Примітка. * Р – рядковий варіант сівби, Ш – широкорядний варіант сівби.

¹⁴⁸⁵ Мазур В.А., Цицюра Я.Г., Браніцький Ю.Ю. Ефективність використання редьки олійної для біологізації систем удобрення окремих сільськогосподарських культур в умовах ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум». *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. Вип. № 2(21). С. 5–23.

Максимальні прирости врожаю як за варіанту рядкової, так і за варіанту широкорядної сівби сидерату відмічено за використання редьки олійної з приростом до контролю без сидерації за рядкової сівби 0,77 т/га за вирощування кукурудзи на чорноземних ґрунтах та 0,80 т/га за вирощування на сірих лісових ґрунтах. У варіанті широкорядної сидерації показники урожайності кукурудзи були на 19–27 % нижчими порівняно з рядковим варіантом сівби сидерату. Урожайність кукурудзи за інших варіантів сидератів була у середньому на 4,5 % менша за використання гірчиці білої та на 7,7 % менша за використання суріпиці ярої. Менші значення приростів у співставленні до величин оптимізації агрофізичних параметрів ґрунту та рівня забур'яненості вказують, що у механізмові дії сидеральних культур на формування врожайності наявні аспекти і власне хімізму перетворення листостеблової маси в ґрунтах та її агрономічна цінність з позиції хімічного складу, вмісту макро і мікроелементів та інших похідних, які впливають як на хімічні реакції у ґрунтово-вбирному комплексі, так і на забезпеченість рослин та їх ростові фізіологічні процеси (табл. 2.132).

Таблиця 2.132

Врожай зерна кукурудзи залежно від варіантів сидерації,
середнє за 2019–2020 рр., т/га (гібрид СИ Респект
(ФАО 240), А – чинник умов рок)¹⁴⁸⁶

Варіант посіву післязжнивного сидерату (В)	Варіант рослини сидерата (С)			
	контроль	гірчиця біла	редька олійна	суріпиця яра
В умовах Уладово–Люлинецької селекційно–дослідної станції				
Звичайний рядковий (Р)	7,41	7,87	8,18	7,66
Широкорядний (Ш)		7,69	8,03	7,44
НІР ₀₅ , т/га (для взаємодії чинників АВС до контролю)		0,15		
В умовах дослідного поля ВНАУ				
Звичайний рядковий (Р)	6,18	6,64	6,98	6,42
Широкорядний (Ш)		6,47	6,78	6,29
НІР ₀₅ , т/га (для взаємодії чинників АВС до контролю)		0,18		

Таким чином, нами встановлено, що застосування сидерації хрестоцвітими видами рослин є ефективним засобом регулювання агрофізичних властивостей ґрунту, контролю сегетальної рослинності та біологізації ґрунтового живлення. Такий акумулюючий технологічний ефект забезпечує зростання урожайності с.–г. культур та кукурудзи зокрема, щонайменше в інтервалі від 0,3 до 0,8 т/га.

¹⁴⁸⁶ Мазур В.А., Цицюра Я.Г., Браніцький Ю.Ю. Ефективність використання редьки олійної для біологізації систем удобрення окремих сільськогосподарських культур в умовах ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум». *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. Вип. № 2(21). С. 5–23.

Серед хрестоцвітих сидератів слід особливо відмітити редьку олійну, яка володіючи вже відміченим високим адаптивним потенціалом та гарантованим високим рівнем формування листостеблової маси, відносно невибагливістю до ґрунтових умов родючості забезпечує істотні переваги у форматі післяжнивної сидерації забезпечуючи всі існуючі переваги хрестоцвітих сидеральних культур. Враховуючи отримані нами дані редьку олійну слід рекомендувати як компонент біологізованих систем альтернативного удобрення сільськогосподарських культур для умов Лісостепу Правобережного у варіанті рядкової сівби з нормою висіву 2,7–3,0 млн. шт./га схожих насінин відразу ж після збору попередника за умови відповідного мінімального рівня запасів ґрунтової вологи. Перспектива подальших досліджень – вивчення особливостей процесів мінералізації листостеблової маси редьки олійної та аспектів впливу цього процесу на агрохімічні властивості ґрунту, гумусонагромадження, мікробіоту ґрунту та інші супутні процеси. З'ясування також потребує вивчення хрестоцвітих сидератів за комбінованого застосування із соломою та власного видового поєднання.

Доведено, що сидерати позитивно впливають на водні властивості ґрунтів та запаси продуктивної вологи¹⁴⁸⁷. Для метрової товщі, зростання показників до попереднього визначення у спадному ряду був наступний: у пару зайнятого горохо–вівсом – 208,8%, чистого пару – 205,4%, у буркунових та еспарцетових парах у середньому відповідно – 176,8 і 140,3%.

Варіанти зайнятих і сидеральних парів мали менші значення усередненого показника запасів продуктивної вологи порівняно з контролем.

Вкрай чітка перевага чистої пару в запасах продуктивної вологи в шарах ґрунту, що вивчаються, виявилось на кінець вегетації парозаймаючих і сидеральних культур. Всі варіанти зайнятих і сидеральних парів загалом по культурах, що вивчаються в них, мали близькі показники різниці запасів продуктивної вологи щодо контролю, особливо для шару 0–100 см.

Зниження запасів продуктивної вологи щодо попередньої дати (початок вегетації) виглядало так. Перший півметр, залежно від виду парового попередника, втрачав їх у 2–3 рази більше, ніж другий. При цьому хотілося б відзначити, що за півметрами втрати продуктивної вологи для зайнятих та сидеральних пар мали близькі значення. Пар чистий, за цих ситуацій, мав показник втрат (витрат) удвічі менший, ніж зайняті та сидеральні пару. Для метрової товщі в наростаючому порядку це можна уявити так: пар чистий – 21,1%, парникові пару в середньому – 42,2%, пар зайнятий горохо-вівсом – 42,8% і еспарцетові пару – 45,9%. Практично повна аналогія достовірної переваги чистої пару у змісті продуктивної вологи щодо досліджуваних варіантів зайнятих та сидеральних парів спостерігалася і на час посіву жита озимого. Якщо на час збирання парозаймаючих і сидеральних культур вміст продуктивної вологи загалом у метровій товщі ґрунту був меншим на третину від контрольного варіанту, то на час посіву жита озимого воно стало наближатися до половини (*табл. 2.133-2.135*).

¹⁴⁸⁷ Цветков М.Л., Лысенко Л.М. Элементы биологизации в земледелии Алтайского края: монография. Барнаул: АЗБУКА, 2019. 195 с.

Динаміка запасів продуктивної вологи у ґрунті парового поля
(у середньому за трьома закладками, 1976–1979 рр.), мм¹⁴⁸⁸

Варіанти	0–30				0–50				50–100				0–100			
	Перед входом у зиму	Початок вегетації	Кінець вегетації	Посів озимого жита	Перед входом у зиму	Початок вегетації	Кінець вегетації	Посів озимого жита	Перед входом у зиму	Початок вегетації	Кінець вегетації	Посів озимого жита	Перед входом у зиму	Початок вегетації	Кінець вегетації	Посів озимого жита
Пар чистий	31,0	80,1	55,9	48,6	40,7	117,3	83,9	70,9	22,6	76,0	68,6	58,7	63,3	193,3	152,5	129,6
Горохо–овес	26,5	69,8	29,7	25,0	35,6	104,2	42,8	33,9	22,3	74,6	59,4	42,6	57,9	178,8	102,2	76,5
Буркун – сидерат	31,4	75,1	33,4	34,3	40,7	110,0	47,4	47,7	20,0	66,1	56,6	41,3	60,7	176,1	104,0	89,0
Буркун – зел. маса	28,0	73,4	32,0	25,9	36,6	107,0	46,6	39,8	23,6	69,3	54,0	47,5	60,2	176,3	100,6	87,3
Буркун – отава	36,9	68,9	37,4	26,5	45,9	103,2	53,4	36,8	24,6	71,2	52,5	36,4	70,5	174,4	105,9	73,2
Еспарцет – сидерат	33,9	76,1	31,3	27,7	44,1	113,0	43,2	37,8	29,3	68,8	51,3	39,7	73,5	181,8	94,5	77,5
Еспарцет – зел. маса	38,1	75,4	30,4	30,9	49,4	110,3	44,4	42,4	26,6	59,5	51,7	28,9	76,0	169,8	96,1	71,3
Еспарцет – отава	33,9	77,0	33,3	24,0	45,3	113,2	47,5	34,5	27,5	69,5	50,8	34,2	72,8	182,7	98,3	68,7

¹⁴⁸⁸ Цветков М.Л., Лысенко Л.М. Элементы биологизации в земледелии Алтайского края: монография. Барнаул: АЗБУКА, 2019. 195 с.

На даний період, в більшості випадків, відзначено продовження зниження вологозапасів в шарах ґрунту, що вивчаються, на всіх варіантах досвіду. Загалом для метрової товщі ґрунту воно склало: для чистої пару – 15,0%, для зайнятого горохо–вівсом – 25,1%, для буркуну – сидерату та зайнятого в середньому –13,8%, еспарцету аналогічно – 21,9% , а для сидеральних отавних (буркуну та еспарцету) – відповідно 30,9 і 30,1%.

Аналізуючи витрати продуктивної вологи з метрової товщі ґрунту ярою пшеницею за паровими попередниками (*табл. 2.134*), відзначається, що в цілому для вегетаційного періоду даної культури витрата продуктивної вологи з метрової товщі ґрунту по парі, зайнятій горохо–вівсом був меншим на 22,1 мм, або на 17,2%, за буркуновими та еспарцетовими парами в середньому відповідно на 32,2 мм, або на 25,0% і на 34,0 мм, або на 26,4%.

З представлених даних випливає, що різниця у витратах продуктивної вологи з метрового шару ґрунту між досліджуваними варіантами зайнятих і сидеральних пар і чистою паром в їх післядії на оброблювану культуру (ярову пшеницю) була значно схожою з попередньою культурою (озиме жито): 2,2 мм, або 17,6% – для горохо–вівса; 17,6 мм, або 13,4% – для буркунових та 22,9 мм, або 17,4% – для еспарцетового пару в середньому.

Для ярої пшениці, другої культури за паровими попередниками, витрати продуктивної вологи з метрового шару ґрунту багато в чому схожі з ярою пшеницею по озимому житу.

Переходячи до аналізу витрат вологи за складовими водного балансу (*табл.*), слід зазначити, що і в погодовому розрізі, і в усереднених показниках загальної витрати вологи на формування врожаю культур, більша частина його припадала на опади вегетаційного періоду. Так, в цілому для всіх зернових культур, що вирощувались, за досліджуваними варіантами парів, опади в частці загальних витрат вологи становили 64,3%.

При цьому відзначається, що на фоні чистого пару цей показник мав дещо менші значення в порівнянні з варіантами зайнятих і сидеральних парів.

Аналізуючи середньодобові витрати вологи паровими попередниками, зазначається¹⁴⁸⁹, що період вегетації парозаймаючих та сидеральних культур у всі роки досліджень характеризувався значно більшими показниками порівняно з чистою паром (у середньому в межах 43,0%). А далі, до відходу ґрунту в зиму, в більшості випадків відзначена несуттєва різниця в середньодобових витратах вологи з метрового шару ґрунту в варіантах зайнятих і сидеральних парів, що вивчаються, в порівнянні з контролем. У цілому нині по теплому періоду ситуація із середньодобовими витратами вологи складалася так: у половині випадків різниця з контролем була несуттєвою, а половині – істотною, за високих показників. Підкреслюється, що окрім води на формування врожаю культур суттєво впливає також забезпеченість рослин елементами живлення¹⁴⁹⁰.

¹⁴⁸⁹ Цветков М.Л., Лысенко Л.М. Элементы биологизации в земледелии Алтайского края: монография. Барнаул: АЗБУКА, 2019 . 195 с.

¹⁴⁹⁰ Чибис, В.В. Влияние места культуры в севообороте на формирование качества зерна ячменя в условиях лесостепи Западной Сибири. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. №9(71). С. 9-10.

Таблиця 2.134

Витрата продуктивної вологи з метрового шару ґрунту та сумарне водоспоживання за період вегетації оброблюваних культур залежно від виду парового попередника, мм¹⁴⁹¹

Варіанти дослідів	Календарний період	Запаси продуктивної вологи, мм		Витрата вологи із ґрунту, мм	Опади за період, мм	Сумарне водоспоживання, мм
		на початку періоду	в кінці періоду			
Озиме жито по паровому попереднику (середнє за 1978–1980 рр.)						
1(Контроль)	Початок – кінець вегетації	170,1	42,9	127,2	212,9	340,1
2		144,2	36,6	107,6	212,9	320,5
3		133,3	38,0	95,3	212,9	308,2
4		128,2	36,1	92,1	212,9	305,0
5		129,2	34,3	94,9	212,9	307,8
6		153,6	44,7	108,9	212,9	321,8
7		127,2	41,7	85,5	212,9	298,4
8		121,9	39,8	82,1	212,9	295,0
Яра пшениця по паровому попереднику (середнє за 1978–1980 рр.)						
1(Контроль)	Початок – кінець вегетації	164,8	36,1	128,7	241,5	370,2
2		132,3	25,7	106,6	241,5	348,1
3		122,4	26,7	95,7	241,5	337,2
4		142,6	27,6	115,0	241,5	356,5
5		100,8	22,1	78,7	241,5	320,2
6		119,6	25,3	94,3	241,5	335,8
7		122,9	24,7	98,2	241,5	339,7
8		115,6	24,1	91,5	241,5	333,0
Яра пшениця по озимому житу (середнє за 1979–1981 рр.)						
1(Контроль)	Початок – кінець вегетації	160,0	28,3	131,7	189,9	321,6
2		129,4	20,9	108,5	189,9	298,4
3		152,8	26,7	126,1	189,9	316,0
4		147,2	24,2	123,0	189,9	312,9
5		115,0	21,7	93,3	189,9	283,2
6		147,3	27,7	119,6	189,9	309,5
7		142,9	24,4	118,5	189,9	308,4
8		110,1	21,8	88,3	189,9	278,2
Яра пшениця другою культурою по паровому попереднику (середнє за 1979–1981 рр.)						
1(Контроль)	Початок – кінець вегетації	151,1	27,3	123,8	180,9	304,7
2		120,1	20,0	100,1	180,9	281,0
3		143,1	26,4	116,7	180,9	297,6
4		123,3	21,3	102,0	180,9	282,9
5		105,9	19,7	86,2	180,9	267,1
6		141,7	32,1	109,6	180,9	290,5
7		131,9	25,5	106,4	180,9	287,3
8		110,8	19,9	90,9	180,9	271,8

¹⁴⁹¹ Цветков М.Л., Лысенко Л.М. Элементы биологизации в земледелии Алтайского края: монография. Барнаул: АЗБУКА, 2019. 195 с.

Вміст рухомих форм поживних речовин у ґрунті в період вегетації ярої пшениці «Новосибірська-67» залежно від виду парового попередника (середня за 1977–1980 рр.)¹⁴⁹²

Шар ґрунту, см	Пар чистий			Горохо-овес			Буркун – сидерат			Буркунк – зел. маса			Буркун – отава			Еспарцет – сидерат			Еспарцет – зел. маса			Еспарцет – отава		
	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Перед входом ґрунту в зиму																								
0–20	22,5	15,8	8,4	9,8	24,1	6,6	17,6	27,6	7,6	17,2	26,1	7,4	12,0	26,6	7,6	17,8	26,0	8,5	16,0	25,8	7,5	12,9	25,9	7,1
20–40	11,0	23,7	7,5	4,7	22,2	6,4	8,9	22,6	7,0	8,6	24,8	7,6	6,7	23,6	6,6	7,8	23,4	6,8	7,8	24,2	7,4	5,9	23,4	6,9
40–60	3,5	19,4	6,9	1,1	17,5	6,2	3,0	18,8	6,8	4,4	17,2	7,0	1,8	18,0	7,2	1,2	15,8	6,8	2,4	17,9	6,7	1,9	16,7	7,5
60–80	0,2	13,4	6,8	Сл.	11,9	6,6	0,8	13,4	6,8	0,4	9,6	6,1	0,1	10,1	9,1	0,6	12,3	6,6	Сл.	11,2	6,5	0,1	9,8	6,8
80–100	Сл.	6,7	7,1	Сл.	5,7	5,6	Сл.	5,5	7,0	0,3	7,0	6,1	Сл.	9,1	5,7	Сл.	7,7	7,3	Сл.	8,3	7,6	Сл.	7,2	6,2
Посів – початок вегетації,																								
0–20	18,9	27,9	9,9	10,0	24,3	6,9	13,5	27,5	7,7	8,8	26,6	8,8	11,6	25,8	7,7	14,6	26,5	9,9	14,6	26,3	7,9	12,1	26,3	8,0
20–40	11,1	23,3	7,0	5,9	23,3	6,5	8,7	26,8	6,6	8,0	27,2	7,4	8,1	25,7	6,4	7,8	25,0	7,2	8,6	27,0	7,1	6,9	22,5	6,6
40–60	3,7	17,2	7,0	1,4	17,1	7,3	3,0	22,1	6,8	4,7	11,2	5,6	1,7	17,8	9,1	2,1	15,5	9,5	2,1	16,2	8,7	2,0	15,3	9,1
60–80	0,4	14,3	6,3	Сл.	11,0	6,1	0,6	11,3	6,5	0,5	10,6	5,4	0,1	12,1	8,5	0,6	12,5	6,0	0,1	12,4	7,6	0,1	9,8	6,9
80–100	0,3	6,6	6,4	Сл.	4,5	4,6	Сл.	6,6	6,9	0,3	7,8	5,3	Сл.	9,1	5,0	Сл.	6,6	7,1	Сл.	10,0	8,0	0,1	7,2	6,3
Кущення																								
0–20	8,6	28,6	12,1	6,4	25,8	7,9	8,1	29,1	11,3	5,7	27,0	8,7	7,4	26,1	8,5	6,7	25,4	7,7	7,0	28,5	6,5	8,4	25,9	6,8
20–40	5,5	24,5	6,3	5,6	22,6	6,0	5,8	26,9	5,9	6,4	26,8	7,2	5,9	23,6	6,3	6,3	19,3	6,0	6,9	28,3	6,2	5,2	25,8	6,4
40–60	3,5	15,6	6,4	4,2	16,9	6,3	3,5	22,6	6,4	4,5	10,2	4,7	3,4	18,9	6,4	4,5	15,3	6,7	3,0	17,5	6,0	2,6	13,5	6,8
60–80	2,2	13,9	6,2	1,7	11,0	6,2	1,4	11,8	7,1	2,4	8,7	6,0	1,2	13,2	7,0	1,5	11,9	6,3	0,9	10,8	6,5	0,4	9,8	6,7
80–100	0,9	6,4	6,2	0,9	4,5	5,8	0,1	6,6	7,6	0,5	6,7	6,0	0,1	8,4	6,3	Сл.	3,5	6,2	0,2	8,7	6,9	0,7	7,1	5,7
Колосіння																								
0–20	6,7	29,6	9,0	2,7	26,1	6,7	1,7	26,0	6,7	1,6	28,1	7,3	1,4	27,3	8,2	3,6	29,8	7,4	3,0	27,7	6,9	3,1	29,0	8,7
20–40	13,2	24,6	7,1	12,0	22,7	4,2	1,8	23,3	7,0	2,0	30,0	5,9	1,3	23,0	6,7	4,6	28,3	6,5	2,6	23,9	7,1	2,6	27,2	7,0
40–60	5,9	16,8	7,2	6,3	15,0	7,0	3,1	16,0	7,1	2,1	19,8	7,1	2,5	15,9	7,2	3,0	21,6	6,2	2,4	16,6	7,3	2,0	20,2	7,2
60–80	0,8	13,6	7,7	1,6	10,9	7,0	1,8	10,5	7,1	0,3	14,7	7,4	0,3	8,9	7,2	0,8	12,5	7,3	0,3	11,9	7,3	0,2	15,0	7,3
80–100	0,1	8,4	7,0	Сл.	7,0	7,0	0,4	4,8	7,1	Сл.	10,2	8,7	Сл.	5,2	7,3	Сл.	9,0	7,8	Сл.	4,3	7,0	Сл.	6,9	7,8
Кінець вегетації – збирання																								
0–20	4,6	28,6	8,7	3,2	27,5	6,8	2,1	28,3	6,6	2,1	27,5	7,2	1,9	28,3	8,1	3,9	30,2	7,5	3,3	27,4	7,2	3,1	28,9	7,6
20–40	4,3	24,7	7,1	3,1	23,1	7,0	2,2	24,6	7,3	2,4	28,1	6,2	1,5	26,3	7,4	4,9	27,7	6,7	2,7	23,7	7,3	3,0	28,3	6,8
40–60	2,6	17,0	7,7	1,5	16,4	6,9	3,0	17,3	6,9	3,2	21,0	7,1	1,7	15,4	6,9	2,8	23,6	6,4	2,7	17,1	7,4	2,0	21,4	7,3
60–80	0,6	15,0	7,9	0,7	11,6	6,7	0,9	13,5	7,1	0,2	15,6	7,2	0,3	11,7	7,2	0,7	13,3	7,1	0,3	11,9	7,3	0,1	12,4	7,0

¹⁴⁹² Цветков М.Л., Лысенко Л.М. Элементы биологизации в земледелии Алтайского края: монография. Барнаул: АЗБУКА, 2019. 195 с.

Харчовий режим ґрунтів при сидерації має не менш важливе значення, ніж водний. Крім ґрунтових і кліматичних умов, певну роль відіграє і сама парозаймаюча або сидеральна культура¹⁴⁹³. Загальновідомо, що бобові культури, у разі, більшою мірою збагачують ґрунт азотом.

Слід враховувати, що з мінералізації зеленої маси сидерату у ґрунті необхідно певну кількість часу, інакше на момент сівби озимих можливе азотне голодування, ослаблення сходів¹⁴⁹⁴.

Особливо помітний вплив на поживний режим ґрунту, переважно орного шару, здійснюють сидеральні пари. У них, зазвичай, значно поліпшується нітратний режим 30-ти сантиметрового шару ґрунту. Це є наслідком підвищення нітрифікаційної здатності ґрунту¹⁴⁹⁵.

У низці досліджень зазначається, що посилена мінералізація заореної маси сидератів була причиною того, що до періоду сівби озимих сидеральні пари значно перевершували зайняті за кількістю нітратного азоту^{1496 1497}, часом наближалися¹⁴⁹⁸ а роки з достатнім зволоженням мали навіть перевагу над чистим паром¹⁴⁹⁹.

На час збирання зеленої маси в зайнятих парах В.В. Паршиков¹⁵⁰⁰ зазначав, що запаси нітратного азоту у ґрунті зберігалися на високому рівні лише у чорному парі, всіх інших попередниках (зайнятих і сидеральних парах) вони були у 2–3 разу менше. До посіву озимої пшениці вміст нітратного азоту зростав і вирівнювався за всіма попередникам. Навесні запаси азоту знову знижувалися.

У досліджах¹⁵⁰¹ встановлено, що найбільша кількість нітратного азоту в орному шарі ґрунту перед посівом пшениці озимої була при заорюванні еспарцету першого року користування на один укіс. У дослідженнях^{1502 1503}

¹⁴⁹³ Степанов, А.Ф. Влияние сидератов и многолетних трав на плодородие лугово-чернозёмной почвы в лесостепи Западной Сибири. Омский научный вестник. 2003. №3. С. 199-206.

¹⁴⁹⁴ Панников, В.Д. Повышение плодородия почв и увеличение производства земледелия в Волго-Вятском регионе и нечернозёмной зоне Урала. Земледелие. 1978. №4. С. 19-24.

¹⁴⁹⁵ Чуданов, И.А. Какие предшественники лучше?. Земледелие. 1994. №6. С. 17-18.

¹⁴⁹⁶ Фёдоров, В.А. Сидеральный горчичный пар / В.А. Фёдоров, З.Я. Брюхова. Земледелие. 1995. №4. С. 24-25.

¹⁴⁹⁷ Яговенко, Л.Л. Эффективность люпиновых паров / Л.Л. Яговенко, И.П. Такунов, А.В. Ивашкина. Земледелие. 1997. №1. С. 18-19.

¹⁴⁹⁸ Паршиков, В.В. Не чистый пар, а занятый бобовыми. Земледелие. 1989. №3. С. 36-39.

¹⁴⁹⁹ Фёдоров, В.А. Сидеральный горчичный пар / В.А. Фёдоров, З.Я. Брюхова. Земледелие. 1995. №4. С. 24-25.

¹⁵⁰⁰ Паршиков, В.В. Не чистый пар, а занятый бобовыми. Земледелие. 1989. №3. С. 36-39.

¹⁵⁰¹ Перегудов, Н. Эспарцет обогащает почву / Н. Перегудов, В. Онищенко. Земледелие. 1975. №4. С. 30-31.

¹⁵⁰² Казанцев, В.П. Использование капустных культур на зелёное удобрение в Сибири. / В.П. Казанцев, Л.И. Неворотова. Земледелие. 1998. №4. С. 22.

зазначалося, що бобові сидерати (еспарцет піщаний) покращували азотний режим вилугуваного чорнозему у перший рік під озими житом, та під наступними культурами сівозміни.

Х.Х. Хабібрахманов¹⁵⁰⁴ встановив, що у верхньому шарі ґрунту у фазі кушіння озимого жита по чистій парі, як на тлі мінеральних добрив, так і без них, нітратів утримувалося в 1,2 рази більше, ніж у зайнятих парах. Попри думку В.В. Паршикова¹⁵⁰⁵, у їхніх дослідженнях до відновлення вегетації озимого жита навесні спостерігалось збільшення кількості нітратів, особливо у нижніх шарах ґрунту, що пов'язувалося з вимиванням зазначених сполук осінніми опадами та весняними талими водами. При цьому надалі співвідношення кількості нітратів по шарах орного горизонту не змінювалося.

К.І. Довбан¹⁵⁰⁶, Н.І. Зезюков¹⁵⁰⁷ зазначали, що у ґрунті варіантів сидерального (буркунового) пару формувався більш сприятливий поживний режим. Закріплення поживних елементів біомасою сидеральної культури, з подальшим їх вивільненням у процесі розкладання, забезпечувало найкращі умови мінерального живлення, особливо азотом.

У дослідженнях М.Д. Константинова та П.А. Стецури¹⁵⁰⁸ встановлено, що вміст основних поживних речовин перед посівом першої ярої пшениці по буркуновому зайнятому пару було практично однаковим з чистим паром, а перед посівом другої пшениці чистий пар поступався.

Аналогічні результати з нітратного азоту отримано у дослідженнях В.І. Кирюшина¹⁵⁰⁹, але при цьому було зазначено, що наприкінці парування його вміст у ґрунті було на користь чистого пару, а на початку цвітіння ярої пшениці він змінився на користь буркунового пару.

І на дослідженнях В.В. Паршикова¹⁵¹⁰, та інших авторів зазначалося, що істотних відмінностей у вмісті фосфору і калію в зайнятих і сидеральних парах проти чистих парів не встановлено.

Таким чином, немає чіткого та однозначного тлумачення як у терміновому (на дату, фазу), так і в динаміці вмісту нітратного азоту у ґрунті (як правило, у орному горизонті) у різних регіонах країни. У той самий час відзначено

¹⁵⁰³ Несбергер Й. Производство основных кормовых культур / Й. Несбергер, В. Опитц фон Боберфельд / Пер. с нем. М.Н. Вильбицкой, под ред. А.Н. Лихачёва. М.: Агропромиздат, 1988. 182 с.

¹⁵⁰⁴ Хабибрахманов, Х.Х. Заделка сидератов под озимую рожь / Х.Х. Хабибрахманов, М.Р. Лотфуллину Земледелие. 1994. №4. С. 10-11.

¹⁵⁰⁵ Паршиков, В.В. Не чистый пар, а занятый бобовыми. Земледелие. 1989. №3. С. 36-39.

¹⁵⁰⁶ Довбан, К.И. Использование подсевных и озимых промежуточных сидератов под озимые зерновые. Земледелие. 1994. №4. С. 12-14.

¹⁵⁰⁷ Зезюков, Н.И. Сидеральный пар в ЦЧЗ. Земледелие. 1993. №6. С. 10-11.

¹⁵⁰⁸ Константинов, М.Д. Донник в полевых севооборотах / М.Д. Константинов, П.А. Стецура. Земледелие. 1978. №3. С. 25-27.

¹⁵⁰⁹ Кирюшин, В.И. О Белгородской модели модернизации сельского хозяйства и биологизации земледелия Земледелие. 2013. №1. С. 3-6.

¹⁵¹⁰ Паршиков, В.В. Не чистый пар, а занятый бобовыми. Земледелие. 1989. №3. С. 36-39.

несуттєвість відмінностей змісту рухомого фосфору і обмінного калію в зайнятих і сидеральних парах проти чистих парів у різних регіонах країни, різних типів ґрунтів й у різні терміни визначення.

Результати інших досліджень свідчать (*табл.*), що проведена хімічна меліорація по фоні удобрення поліпшила не тільки фізико-хімічні властивості впродовж III–IV ротації, а й умови гумусоутворення в орному шарі ґрунту, спочатку спостерігалось просте відтворення гумусу, а впродовж досліджуваних ротацій – стійкі тенденції до збільшення його запасів. Вапнування значно збільшує вміст обмінного кальцію у ґрунті, при цьому у складі гумусу частково гальмується перехід органічної речовини у рухомі сполуки, зростає вміст важкогідролізованих органічних сполук.

За нестачі органічних добрив акумуляція вмісту гумусу відбувається за рахунок корневих і післяжнивних решток та сидерації. Це досить істотна частка в статті надходження органічних речовин, здатна створити при різних економічних умовах збереження родючості сірого лісового ґрунту і підвищення біологічної продуктивності.

У зв'язку з відсутністю гною в досліді визначали ефективність заорювання нетоварної частини врожаю як окремо, так і в комбінаціях з іншими компонентами системи удобрення. За показниками оцінено вплив поживно-корневих залишків польових культур сівозміни на стан показників гумусу ґрунту. Враховано також те, що внесення побічної продукції відбувається нерегулярно, оскільки це пов'язано зі специфікою сівозміни і набором сільськогосподарських культур у ній.

За результатами досліджень¹⁵¹¹ визначено, що найбільший вплив мали поживно-кореневі залишки пшениці озимої, враховуючи попередник люпин білий, що сприяло утворенню 0,4–0,7 т/га запасів гумусу. Основною вимогою створення бездефіцитного балансу гумусу для всіх ґрунтів є, передусім, позитивний рівень повернення азоту з органічними добривами, адже неповернення спричиняє посилення процесів мінералізації потенційних запасів гумусу. Найбільшу масу корневих решток відмічено за вирощування конюшини, з яких із часом утворилося 1,0–1,3 т/га запасів гумусу.

Разом із тим, рівень гумусованості основної частини кореневмісного шару за органічного його використання достовірно зростає у середньому на 25 % відносно ділянки без удобрення. Позитивний вплив на вміст гумусу (1,64 %) відмічено при заорюванні побічної продукції та післядії післяжнивних решток конюшини, що є найдешевшим і найбільш простим способом поповнення ґрунту органічною речовиною, здатною з часом трансформуватися у гумус.

Досліджено, чим більше надходить у ґрунт післяжнивних залишків, тим більше в ньому утворюється гумусових сполук (побічна продукція + сидерат), при нейтралізації ґрунтової кислотності способом вапнування одинарною дозою за гідролітичною кислотністю, а також за внесення CaCO₃ (1,0 Нг) у

¹⁵¹¹ Ткаченко М.А., Кондратюк І.М., Павліченко А.І. Відтворення родючості сірого лісового ґрунту за ведення інтенсивного й органічного землеробства. Землеробство та рослинництво: теорія і практика. 2021. Випуск 1. С. 13-19.

поєднанні з сидератом, – запаси гумусу даного органічного удобрення на кінець IV ротації зросли на 7,5–10,8 т/га відносно контролю без удобрення.

Найбільший позитивний ефект на гумусний стан виявлено за внесення сидерату (2-й укіс зеленої маси конюшини червоної) на фоні CaCO₃ (1,0 Нг – 5,0 т/га) – на 7-й рік дії вапна відмічено зростання вмісту гумусу до 1,76 %, на 14-й рік післядії – 1,65 %, а його запаси – 52,8 т/га та 49,5 т/га відповідно.

Таблиця 2.136

Вміст і запаси гумусу в сірому лісовому ґрунті на кінець III та IV ротації сівоzmіни за ведення органічного землеробства (шар ґрунту 0–20 см)¹⁵¹²

Органічне удобрення	кінець III ротації, 7-й рік дії вапнування		кінець IV ротації, 14-й рік післядії вапнування	
	%	т/га	%	т/га
Без добрив (контроль)	1,24	37,2	1,29	38,7
CaCO ₃ (5,0 т/га)	1,70	51,0	1,45	43,5
Сидерат + CaCO ₃ (5,0 т/га)	1,76	52,8	1,65	49,5
Побічна продукція + сидерат	1,64	49,2	1,54	46,2
НР ₀₅	0,04	1,2	0,03	1,3

Порівняно вищі запаси гумусу тут можна пояснити вищою врожайністю сільськогосподарських культур, унаслідок чого стану сірого лісового ґрунту на рівні 1,64 %–1,7 % (вихідний уміст гумусу 1,44 %).

Загалом у IV ротації сівоzmіни ґрунт дещо втратив родючість, порівняно з попередньою ротацією. Ступінь впливу післядії вапнування (14-й рік) за вирощування сільськогосподарських культур на процеси відтворення гумусу в сірому лісовому ґрунті був неоднозначним і залежав від урожайності культур, від рівня органічного та мінерального удобрення, а ефективність застосування сидерату та побічної продукції рослинництва на органічне удобрення залежало від дози внесення та метеорологічних умов вегетації, що пояснюється нестабільністю та коливаннями показників.

Підсумком ефективності органічного удобрення (побічна продукція попередника, сидерат) за роздільного і сумісного внесення з меліорантом на сірому лісовому ґрунті на підвищення вмісту гумусу та його запасів є

¹⁵¹² Ткаченко М.А., Кондратюк І.М., Павліченко А.І. Відтворення родючості сірого лісового ґрунту за ведення інтенсивного й органічного землеробства. Землеробство та рослинництво: теорія і практика. 2021. Випуск 1. С. 13-19.

продуктивність сільськогосподарських культур за завершеними III та IV ротаціями сівозміни (табл. 2.136–2.138).

Таблиця 2.137

Вплив системи удобрення на вміст і запаси гумусу в ґрунтовому профілі, кінець IV ротації сівозміни¹⁵¹³

Шар ґрунту, см	Контроль		Сидерат + 160 кг/га д. р. NPK + поб. прод.		Сидерат + 160 кг/га д. р. NPK + поб. прод. + 5,0 т/га CaCO ₃		Сидерат + 240 кг/га д. р. NPK + поб. прод. + 7,5 т/га CaCO ₃	
	гумус, %	запаси, т/га	гумус, °%	запаси, т/га	гумус, °%	запаси, т/га	гумус, °%	запаси, т/га
0–20	1,29	38,7	1,51	45,3	1,64	49,2	1,71	51,3
20–40	0,98	29,4	1,03	30,9	1,21	36,3	1,14	34,2
40–60	0,62	18,6	0,77	23,1	0,83	24,9	0,98	29,4
60–80	0,46	13,8	0,52	15,6	0,62	18,6	0,67	20,1
80–100	0,31	9,3	0,26	7,8	0,46	13,8	0,41	12,3
НІР ₀₀₅	0,03	1,2	0,03	1,3	0,03	1,0	0,03	1,4

Таблиця 2.138

Продуктивність сільськогосподарських культур за III і IV ротації сівозміни за органічного землеробства, т/га з. од.¹⁵¹⁴

Органічне удобрення	III ротація		IV ротація	
	т/га	±, %	т/га	±, °%
Без добрив (контроль)	2,25	–	2,65	–
CaCO ₃ (5,0 т/га)	2,68	19	3,04	15
Сидерат + CaCO ₃ (5,0 т/га)	2,84	26	3,50	32
Побічна продукція + сидерат	2,54	13	2,92	10
НІР _{0,05}	0,07		0,09	

Визначено, що продуктивність сільськогосподарських культур 7-пільної сівозміни перевищувала неудобрений контроль на 10–32 %. Внесення лише меліоранта у повній дозі за гідролітичною кислотністю підвищило продуктивність на 15–19 %, а за поєднання.

¹⁵¹³ Ткаченко М.А., Кондратюк І.М., Павліченко А.І. Відтворення родючості сірого лісового ґрунту за ведення інтенсивного й органічного землеробства. Землеробство та рослинництво: теорія і практика. 2021. Випуск 1. С. 13-19.

¹⁵¹⁴ Ткаченко М.А., Кондратюк І.М., Павліченко А.І. Відтворення родючості сірого лісового ґрунту за ведення інтенсивного й органічного землеробства. Землеробство та рослинництво: теорія і практика. 2021. Випуск 1. С. 13-19.

Додатково наголошується¹⁵¹⁵, що сидератам належить особлива роль у забезпеченні екологічної рівноваги агрофітоценозів. Виростаючи між основними культурами в сівозмінних полях, сидерати затінують ґрунт, пригнічують бур'яни, виступають як фітосанітари, перешкоджають водній та вітровій ерозії, підвищують біологічну активність ґрунту, поліпшують її агрохімічні, водно-фізичні властивості й структуру. Вони позитивно впливають на якість вирощуваної продукції. Основним резервом у збільшенні приходу біологічного азоту повинні стати бобові сидерати, що використовуються як проміжні культури, які не займають самотійного поля. Поживні сидерати значно знижують засміченість полів, що дозволяє до мінімуму скоротити застосування засобів хімічного захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів.

Сільгоспідприємства з низьким економічним потенціалом, які не можуть забезпечити виробництво достатньою кількістю добрив, орієнтуються на вимушену біологізацію землеробства з якомога ширшим використанням місцевих ресурсів – залишенням на полях подрібненої соломи, стебел, гички цукрових і кормових буряків тощо. Тому і такий дешевий та ефективний спосіб удобрення ґрунту, як використання сидеральних культур, знаходить все більше поширення. Найбільш ефективно внесення сидеральних добрив, за результатами досліджень українських вчених, спостерігається при вирощуванні картоплі, кормових і цукрових буряків, кукурудзи, озимих зернових, овочевих і плодово-ягідних культур.

Завдяки сильно розвинутій кореневій системі сидерати підвищують родючість не тільки верхнього орного шару, а й більш глибоких підорних горизонтів ґрунту і підґрунту: покращується азотний режим, збільшується вміст доступних для рослин фосфору і калію, відбуваються позитивні зміни фізико-хімічного стану ґрунту, в той час як удобрювальна дія гною обмежується верхнім орним шаром ґрунту. Виходячи з багаторічних спостережень, вважається, що сидерати краще загортати в ґрунт пізно восени, коли мікробіологічні процеси в ньому майже припиняються.

Як правило, до кінця жовтня запаси ґрунтової вологи повністю відновлюються в межах 180 мм і сидеральна маса потрапляє у вологе середовище з пониженою температурою, яка продовжує знижуватися. За таких умов сидеральна маса розкладається дуже повільно, отже поживні речовини не вимиваються у нижні шари ґрунту, їх втрати від вимивання, як і втрати газоподібного азоту, є мінімальними. Навесні за підвищення температури ґрунту починається розклад рослин-сидератів, виділення значної кількості вуглекислого газу, що сприяє ґрунтовому і повітряному живленню рослин.

Спостережено^{1516 1517}, що краще приорювати масу сидератів, які зазнали впливу осінніх заморозків. При накопиченні значної маси врожаю заробка в

¹⁵¹⁵ Коломієць Л.В., Резніченко В.П., Прищепова О.В Сидерація як альтернатива традиційному удобренню. URL: http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/5047/1/reznichenko_1.pdf.

¹⁵¹⁶ Лихочвор В. В. Добривна альтернатива. *Зерно*.2008. № 3.С.62-72,

¹⁵¹⁷ Артеменко. В. Сидерати. Пропозиція. 2003. №6.С.36-38.

грунт може супроводжуватись деякими труднощами, тому виникає необхідність попереднього дискування площі. Приорювання надалі виконують по ходу руху дискових борін. Зелена маса, а також коренева система рослин проміжних культур характеризуються вузьким співвідношенням вуглецю до азоту, що не перевищує 10:1 для надземної маси і 17–20:1 – для коренів. При використанні в якості добрива, післяжнивні культури сприяють зниженню співвідношення вуглецю до азоту в усій масі рослинних решток, які потрапили у ґрунт. Тому доцільним може бути заорювання соломи разом із післяжнивною культурою

При цьому вказується¹⁵¹⁸, що найскладніші умови для сидератів складаються за їх вирощування в післяжнивний період (липень–серпень), який характеризується дефіцитом вологи. Її запаси в шарі 0–10 см на чорноземах становлять 3–8 мм і менше. Аби не допустити повного випаровування води з призначеного під сидерати ґрунту, треба разом зі збиранням озимини, і, як виняток, – через один день після збирання, застосувати поверхневий обробіток ґрунту, що складається з його дискування на 5–6 см, боронування та прикотковування поверхні кільчастими котками. Такий обробіток, особливо проведений уночі, руйнує капіляри між верхнім обробленим і нижніми необробленими більш зволженими шарами (з яких вода піднімається по капілярах вгору), що припиняє її випаровування та сприяє поступовому зволоженню верхнього шару. Навіть найменші дощі (3–5 мм), які в агрономії вважаються неефективними, для післяжнивних сидератів дуже корисні. Подальші, більш рясні, дощі (до 10 мм і більше) зволожують ґрунт спочатку на глибину до 15 см, а згодом – на всю глибину кореневмісного шару. Такі умови в поєднанні з теплою погодою в липні–вересні сприяють інтенсивному росту сидератів, перешкоджають розмноженню бур'янів та шкідників.

В умовах перехідної зони південного Лісостепу – північного Степу попередніми дослідженнями встановлено¹⁵¹⁹, що після збору ярого ячменю, оптимально використавши періоди, коли складаються сприятливі погодні умови, можна вирощувати сидеральні культури з коротким вегетаційним періодом. Підвищення родючості ґрунтів є одним із основних напрямків збільшення виробництва сільськогосподарської продукції, економії енергоресурсів та збереження екологічної стійкості середовища. Досягається воно головним чином за рахунок мінеральних добрив та меліорантів в поєднанні з агротехнічними заходами. Застосовуючи засоби хімізації, потрібно враховувати їх негативну дію на навколишнє середовище та токсиколого–гігієнічні показники рослинної продукції. В нинішніх умовах значно підвищується роль місцевих органічних добрив, які стабілізують вміст гумусу в ґрунті при систематичному застосуванні. Для адаптації сидеральних культур в

¹⁵¹⁸ Сидеральні культури: Практичні рекомендації/ Антоненко С.С., Антоненко А.С., Писаренко В.М. [та ін.]. Полтава: “Сімон”, 2011. 51 с.

¹⁵¹⁹ Коломієць Л.В., Резніченко В.П., Прищепова О.В Сидерація як альтернатива традиційному удобренню. URL: http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/5047/1/reznichenko_1.pdf.

систему землеробства проводились дослідження процесів росту сидератів та впливу їх на урожайність цукрового буряка. Норми внесення мінеральних добрив під культуру визначалися в залежності від забезпеченості ґрунту поживними речовинами та запланованого врожаю (табл. 2.139).

Таблиця 2.139

Норми добрив (кг/га д.р.) під цукровий буряк в залежності від висоти запланованого врожаю та забезпеченості ґрунту поживними речовинами¹⁵²⁰

Заплан. врожай, ц/га	Вміст поживних речовин у шарі ґрунту, мг на 100 г											
	азоту				фосф		ору		калію			
	0–10	10–15	15–20	20–25	2–5	5–10	10–15	15–20	2–4	4–8	8–12	12–18
250	75	50	40	25	70	55	30	10	65	55	40	25
350	105	75	55	30	100	75	45	15	95	75	55	30
450	135	95	70	40	125	95	55	20	120	95	70	40

Урожай зеленої маси сидеральних культур становив у межах 243–332 ц/га (табл.). За цінністю це можна прирівняти до внесення 30т гною/га. Порівняння врожайності цукрових буряків, вирощених по чорному пару, сидерату і варіанту із внесенням розрахованої дози мінерального добрива свідчить про доцільність сидерації, оскільки збір коренеплодів при мінеральному та органічному удобренні склав 361 та 365 ц/га відповідно, контроль (чорний пар) без удобрення забезпечив нижчий рівень врожаю – 282 ц/га (табл. 2.140).

Таблиця 2.140

Урожайність зеленої маси сидеральних культур, 2011–2012 рр.¹⁵²¹

Сидеральна культура	Урожайність, ц/га		
	2010 р.	2011 р.	Середнє за 2010–2011 рр.
Люпин білий однорічний	284	298	290
Гречка	277	293	285
Гірчиця біла	237	249	243
Редька олійна	329	335	332

Цукрові буряки – вологолюбна культура, але разом з тим завдяки потужній кореневій системі, здатній добувати вологу з глибоких горизонтів, – порівняно стійка до посухи. Наявність в орному шарі ґрунту вологи близько 30–40 мм забезпечує дружні сходи буряків (табл. 2.141).

¹⁵²⁰ Коломієць Л.В., Резніченко В.П., Прищєпова О.В Сидерація як альтернатива традиційному удобренню. URL: http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/5047/1/reznichenko_1.pdf.

¹⁵²¹ Коломієць Л.В., Резніченко В.П., Прищєпова О.В Сидерація як альтернатива традиційному удобренню. URL: http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/5047/1/reznichenko_1.pdf.

Найбільшу кількість води вони споживають у липні-серпні. Для одержання максимального врожаю за цей період потрібно 300–320 мм вологи, а за весь період вегетації – приблизно 450–500 мм. Загалом цукрові буряки в районах північного Степу і південного Лісостепу забезпечені достатньою кількістю вологи протягом усього вегетаційного періоду. Зайнятий пар має вищий запас вологи, оскільки надземна маса рослин перешкоджає її випаровуванню, чим і пояснюється прибавка врожаю коренеплодів за удобрення сидератами.

Таблиця 2.141

Врожайність цукрових буряків, 2011–2012 рр., в залежності від виду удобрення¹⁵²²

Варіанти	Збір коренеплодів, ц/га			Приріст, ц/га	
	2011 р.	2012 р.	середнє за 2011-2012 рр.	до контролю	до мінерального удобрення
Контроль – без удобрення (чорний пар)	279	285	282	–	–
Внесення мінерального удобрення (N ₇₆ P ₈₈ K ₄₈)	352	370	361	79	–
Посів на сидерат люпину білого однорічного	369	380	375	93	14
Посів на сидерат гречки	364	378	371	89	10
Посів на сидерат гірчиці білої	356	375	366	84	5
Посів на сидерат редьки олійної	358	370	364	82	3

На підставі проведених досліджень його авторами¹⁵²³ зроблено висновки, що за налагодженої організації виробництва в зоні нестійкого та достатнього зволоження України зелені добрива можуть стати надійним плановим заходом повернення поживних речовин у ґрунт, покращення фітосанітарного стану полів, зменшення забруднення навколишнього середовища та скорочення виробничих витрат у рослинництві. Впровадження сидеральних культур, як невід'ємного компонента в системі органічного, або екологічного

¹⁵²² Коломієць Л.В., Резніченко В.П., Прищєпова О.В Сидерація як альтернатива традиційному удобренню. URL: http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/5047/1/reznichenko_1.pdf.

¹⁵²³ Коломієць Л.В., Резніченко В.П., Прищєпова О.В Сидерація як альтернатива традиційному удобренню. URL: http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/5047/1/reznichenko_1.pdf.

землеробства, – забезпечить стійке відновлення родючості ґрунту та бажану якість отриманої продукції.

Одним із важливих агрофізичних показників родючості й будови ґрунту є пористість і співвідношення об'ємів різних за розміром пор¹⁵²⁴.

Пористість обумовлює водопроникність, водопідйомну й мобільну здатність і випаровування води з ґрунту¹⁵²⁵. Вона здійснює безпосередній вплив на формування запасів продуктивної вологи в ґрунті, яка визначає рівень врожайності вирощуваних культур. Пористість впливає на вміст вологи та її інфільтрацію в нижні шари ґрунту. Пори забезпечують дренаж ґрунту, сприяють надходженню в нього кисню і виділенню вуглекислого газу, росту і поширенню коренів. Побічно пори впливають на зміну механічних властивостей ґрунту, полегшують його обробіток¹⁵²⁶.

Найбільш сприятливий водно–повітряний режим ґрунту і умови для росту й розвитку рослин створюються за умов загальної пористості його на рівні 50–60 % від загального об'єму ґрунту, некапілярної – 12,5–30 і капілярної – 30–37,5 % та співвідношенні між некапілярною і капілярною пористістю в межах від 1:1 до 1:3¹⁵²⁷. Для нормального росту й розвитку рослин, запобігання кисневого голодування кореневої системи рослин в ґрунті слід забезпечити високу капілярну пористість, а пористість аерації мати не нижче 15% від загального об'єму ґрунту^{1528 1529}.

Експериментальні дослідження¹⁵³⁰ проведені на базі навчального науково–виробничого комплексу Сумського НАУ, який входить до складу Миргородсько–Сумського агроґрунтового району Лівобережної лісостепової частини України.

У схему польового досліду було включено наступні варіанти:

- Контроль (повернення в ґрунт пожнивних та стерньових решток).
- Вирощування післяжнивно на сидерат редьки олійної.
- Вирощування післяжнивно на сидерат фацелії пижмолистої.
- Вирощування післяжнивно на сидерат гречки посівної.
- Внесення 25 т/га гною.
- Внесення мінеральних добрив $N_{125}P_{63}K_{150}$

¹⁵²⁴ Качинский Н. А. Структура почвы. М. : Издательство МГУ, 1963. 101 с.

¹⁵²⁵ Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв. – 3-е изд., перераб. и доп / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. М. : Агропромиздат, 1986. 416 с.

¹⁵²⁶ Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге. Л. : Гидрометеиздат, 1965. Т. I. 663 с.

¹⁵²⁷ Обробіток ґрунту в системі інтенсивного землеробства / За ред. В. М. Крутя. К. : Урожай, 1986. 136 с.

¹⁵²⁸ Бережняк М. Ф. Зміна агрофізичних властивостей ґрунтів під впливом ґрунтозахисних технологій вирощування культур / М. Ф. Бережняк, О. Ф. Ігнатенко, М. Г. Пляха, В. М. Горбаченко. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. К. : Оранта, 1998. С. 106–111

¹⁵²⁹ Практикум з ґрунтознавства : навчальний посібник / За редакцією професора Д. Г. Тихоненка. 6-е вид., перероб. і доп. Х : Майдан, 2009. 213 с.

¹⁵³⁰ Міщенко Ю.Г. Післяжнивні сидерати та пористість ґрунту. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5767/1/11.pdf>.

Вирощування післяжнивних посівів проводили після збирання зернових колосових з початку серпня – до кінця жовтня. Для сидерації використовували редьку олійну сорту Райдуга в нормі 30 кг/га і фацелію Бало – 25 кг/га, гречку Іванна – 90 кг/га.

Досліди закладали на чорноземі типовому малогумусному середньосуглинковому¹⁵³¹. Середньорічна сума опадів місця проведення досліджень коливається в межах 550–480 мм. Тривалість вегетаційного періоду становить в середньому 170–180 днів. Середня дата настання осінніх приморозків – 4–6 жовтня. Тривалість післяжнивного вегетаційного періоду складає 80–90 днів, з кількістю опадів 130–134 мм.

Тривалому розпушенню ґрунту сприяє активізація його біологічної активності, яку забезпечує застосування післяжнивних посівів на зелене добриво. Коренева система сидеральних рослин здійснює також мікродренаж орного шару ґрунту, що покращує його пористість (табл. 2.142).

Таблиця 2.142

Вплив післяжнивних сидератів на пористість ґрунту, %
(середнє за 2000–2004 рр.)¹⁵³²

Пористість	Шар ґрунту, см	Варіант досліджу				НІР ₀₅
		контроль (без сидерату)	післяжнивний сидерат з редьки	післяжнивний сидерат з фацелії	післяжнивний сидерат з гречки	
загальна	0–10	54,0	57,3	57,7	54,7	1,37
	10–20	53,6	56,1	56,4	53,7	1,25
	20–30	51,3	53,9	52,6	51,3	0,91
	0–30	52,9	55,8	55,6	53,2	1,10
капілярна	0–10	31,2	33,8	33,7	32,1	0,83
	10–20	32,2	34,3	34,1	32,5	0,68
	20–30	30,9	33,2	32,2	31,4	0,40
	0–30	31,4	33,8	33,4	32,0	0,52
некапілярна	0–10	22,8	23,5	23,9	22,6	0,87
	10–20	21,4	21,9	22,3	21,2	0,65
	20–30	20,4	20,7	20,4	19,9	0,64
	0–30	21,5	22,0	22,2	21,2	0,68
аерації	0–10	33,5	37,6	38,2	34,1	1,57
	10–20	30,8	34,3	34,7	31,1	1,55
	20–30	26,5	30,1	28,4	26,6	1,18
	0–30	30,3	34,0	33,7	30,6	1,36

¹⁵³¹ Міщенко Ю.Г. Післяжнивні сидерати та пористість ґрунту. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5767/1/11.pdf>.

¹⁵³² Міщенко Ю.Г. Післяжнивні сидерати та пористість ґрунту. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5767/1/11.pdf>.

Порівняно з контролем без сидератів за варіантами досліджуваних сидеральних культур суттєве зростання загальної, капілярної, некапілярної і пористості аерації в шарі ґрунту 0–30 см спостерігали: після редьки олійної відповідно на 2,5–3,3 %, 2,1–2,6, 0,3–0,7 і 3,5–4,1 %; у варіанті післяжнивної фацелії на сидерат відповідно на 1,3–3,7 %, 1,3–2,5, 0,7–1,1 і 1,9–4,7 %.

Серед ґрунтових горизонтів за всіма дослідними варіантами найвищі показники загальної, некапілярної та пористості аерації були у шарі ґрунту 0–10 см, що пов'язано з вищою пухкістю, краще вираженою структурою, більшою наявністю залишків коренів, ходів ріючих тварин і ін. З поглибленням ґрунтових горизонтів до 30 см спостерігається тенденція до певного зниження цих видів пористості: загальної на 0,4–5,1 %, некапілярної – на 0,6–3,1 % і аерації – на 2,7–9,8 %.

Капілярна пористість найвищою була в шарі ґрунту 10–20 см – 32,2–34,3 %, що пов'язано з руйнуванням капілярів 0–10 см шару внаслідок проведення механічних рихлень. Найменша капілярна пористість була у шарі ґрунту 20–30 см 30,9–33,2 %.

В шарі ґрунту 0–30 см серед досліджуваних сидеральних культур найвищі показники пористості були після редьки олійної і фацелії; порівняно до контролю і гречки на сидерат різниця в цих варіантах була суттєвою – за загальною пористістю на 2,9–2,4 %, капілярною – на 2,4–1,4 % і аерації – 3,7–3,1 %. Пористість ґрунту у варіантах застосування післяжнивних сидеральних культур напряду залежала від сформованої ними кореневої маси (рис.).

У редьки олійної встановлена пряма й тісна кореляційна залежність між кореневою масою й пористістю капілярною і аерації ($r = 0,82$ і $0,71$) та середня – за загальною пористістю аерації ($r = 0,4$). На варіанті з гречкою на сидерат мали високу кореляційну залежність лише за пористістю аерації ($r = 0,74$), а середню – за загальною ($r = 0,65$) і капілярною ($r = 0,69$) пористістю. У фацелії на сидерат кореляційна залежність була середньою за пористістю капілярною ($r = 0,64$) і аерації ($r = 0,59$), та слабкою – за загальною пористістю ($r = 0,29$).

Таким чином, кращою післяжнивною культурою щодо оптимізації параметрів пористості виявилася редька олійна.

Відомо, що застосування традиційного органічного добрива – гною, сприяє покращенню пористості ґрунту. Вплив же сидеральних культур на пористість ґрунту залишається не достатньо вивченим питанням. Тому в подальшому досліджувався вплив сидератів і традиційних добрив на утворення оптимальної пористості ґрунту при вирощуванні буряків цукрових і картоплі (табл.).

Як під буряками цукровими, так і картоплею найвищі показники загальної (51,4–54,7 %), капілярної (26,6–31,7 %), некапілярної (20,827,2 %) та пористості аерації (20,9–28,0 %) в усіх шарах ґрунту були на варіанті застосування редьки олійної на сидерат (рис. 2.89).

Суттєво нижчими до найкращого варіанту були показники загальної (на 0,6–0,7 %), капілярної (на 0,3–0,4 %) і пористості аерації (на 0,6–0,8 %) за варіанту використання фацелії на сидерат; загальної (на 0,5–1,0 %), капілярної (на 0,3–0,4 % – при вирощуванні буряків цукрових), некапілярної (на 0,5–0,8 %

– при вирощуванні картоплі) (табл. 2.143) і пористості аерації (на 0,5–0,8 %) за варіанту застосування 25 т/га гною; всіх видів пористості – на варіанті застосування гречки на сидерат.

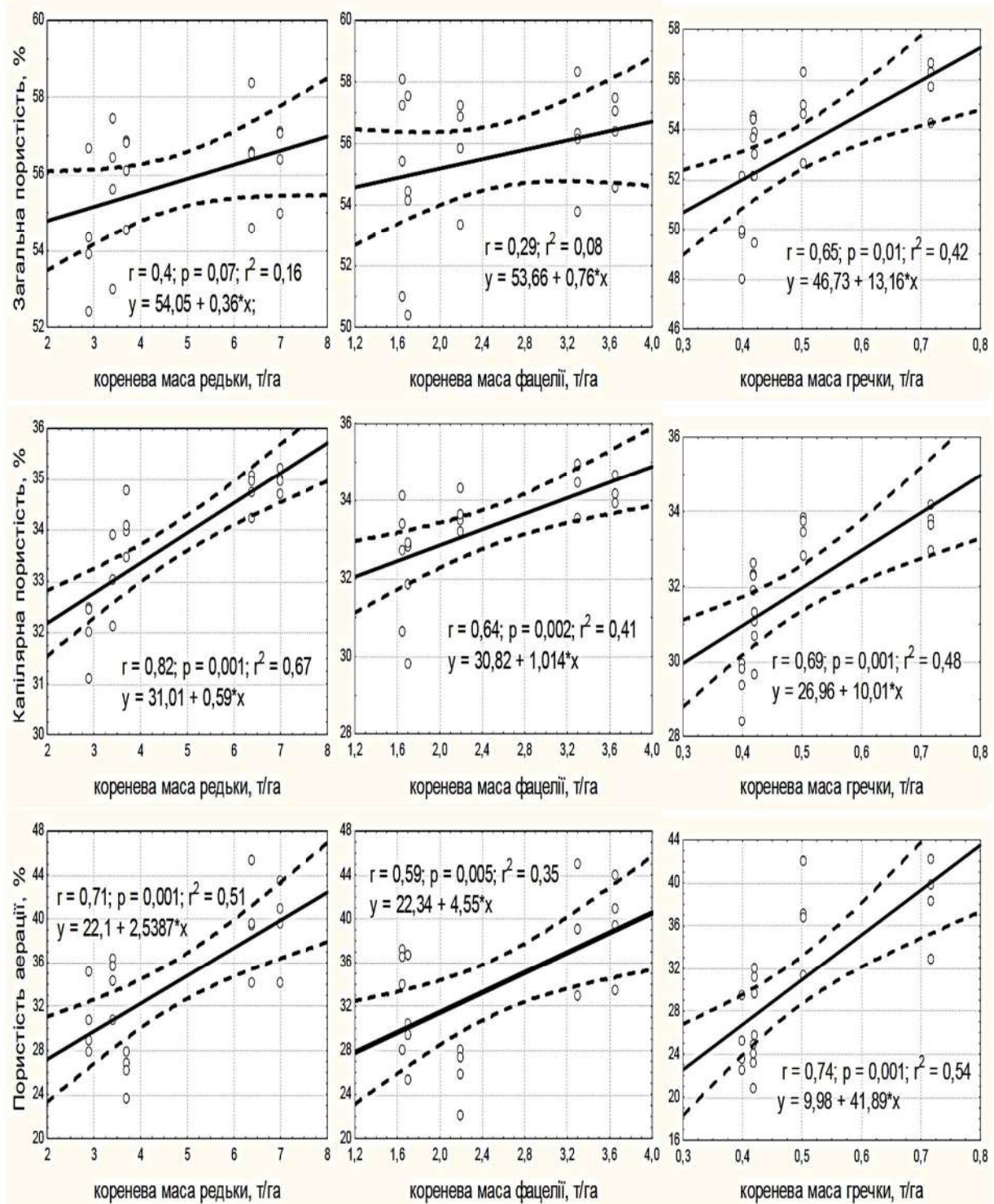


Рисунок 2.89 – Кореляційна залежність між масою кореневої системи сидератів і пористістю шару ґрунту 0–30 см (середнє 2000–2004 рр. ¹⁵³³)

Таблиця 2.143

Вплив добрив і сидератів на пористість ґрунтових горизонтів під цукровими буряками і картоплею, % (середнє за 2001–2005 рр.)¹⁵³⁴

Варіант удобрення	Пористість, %											
	загальна			капілярна			некапілярна			аерації		
	Шар ґрунту, см											
	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30
<i>Буряки цукрові</i>												
Контроль (без сидерату)	51,7	51,3	50,1	30,4	30,9	30,0	21,3	20,4	20,1	25,7	22,9	20,1
Післяжнивний сидерат з редьки	53,4	53,0	51,4	31,4	31,7	30,6	22,0	21,3	20,8	26,7	24,3	20,9
Післяжнивний сидерат з фацелії	52,8	52,3	50,7	31,0	31,3	30,2	21,7	21,0	20,5	26,1	23,6	20,1
Післяжнивний сидерат з гречки	52,0	51,6	50,3	30,7	30,9	30,0	21,4	20,7	20,3	25,6	23,1	20,0
Гній 25 т/га	52,7	52,3	50,9	31,1	31,3	30,3	21,6	21,0	20,6	26,2	23,7	20,5
N ₁₂₅ P ₆₃ K ₁₅₀	51,2	50,6	49,6	29,9	30,5	29,7	21,2	20,0	19,9	25,1	22,2	19,7
НІР ₀₅	0,34	0,40	0,46	0,23	0,19	0,20	0,28	0,32	0,43	0,39	0,39	0,47
<i>Картопля</i>												
Контроль (без сидерату)	52,5	51,9	50,4	26,3	26,9	26,0	26,2	25,0	24,4	27,0	23,5	20,4
Післяжнивний сидерат з редьки	54,7	54,0	52,0	27,4	27,7	26,6	27,2	26,3	25,4	28,0	24,9	21,0
Післяжнивний сидерат з фацелії	54,1	53,3	51,3	27,1	27,3	26,3	27,0	25,9	25,0	27,3	24,2	20,3
Післяжнивний сидерат з гречки	52,8	52,4	50,8	26,7	26,9	26,1	26,1	25,5	24,7	26,8	23,7	20,2
Гній 25 т/га	53,8	53,0	51,4	27,3	27,5	26,4	26,5	25,5	24,9	27,3	24,1	20,5
N ₁₂₅ P ₆₃ K ₁₅₀	51,9	51,3	49,8	25,9	26,5	25,7	26,0	24,8	24,0	26,3	22,8	19,9
НІР ₀₅	0,61	0,62	0,37	0,33	0,27	0,27	0,62	0,50	0,35	0,34	0,46	0,43

В цілому ж, за варіантів органічного удобрення маємо зростання всіх видів пористості в порівнянні до контролю. Внесення мінеральних добрив замість органічних порівняно з контролем призводило до зниження усіх видів пористості.

У варіантах вирощування буряків цукрових та картоплі з глибиною спостерігалась тенденція зменшення загальної пористості ґрунту на 0,4–2,0%, некапілярної – на 0,1–1,2% та пористості аерації – на 2,4–3,9%, що пов'язано з ілювіальним процесом, за якого продукти із вищих шарів переміщуються в

¹⁵³⁴ Міщенко Ю.Г. Післяжнивні сидерати та пористість ґрунту. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5767/1/11.pdf>.

нижні, закупорюють в них частини пор і знижують пористість нижніх горизонтів. До того ж нижні горизонти ґрунту мають гіршу оструктуреність [1].

Капілярна пористість також була найменшою в нижньому 20–30 см шарі ґрунту. В шарі ґрунту 10–20 см вона була більшою, ніж у верхньому 0–10 см на 0,2–0,6 %, що пов'язано з руйнуванням вертикальних пор горизонту під час механічних рихлень при догляді за посівами буряків цукрових та картоплі. Динаміка пористості шару ґрунту 0–30 см під буряками цукровими і картоплею свідчить про те, що загальна пористість за час вегетації культур знижувалася від 52,3–55,2 до 48,6–51,9 % і зберігалась в оптимальних межах (> 50 %) лише у варіантах заорювання на сидерат післяжнивної редьки олійної і внесення 25 т/га гною (рис. 2.90).

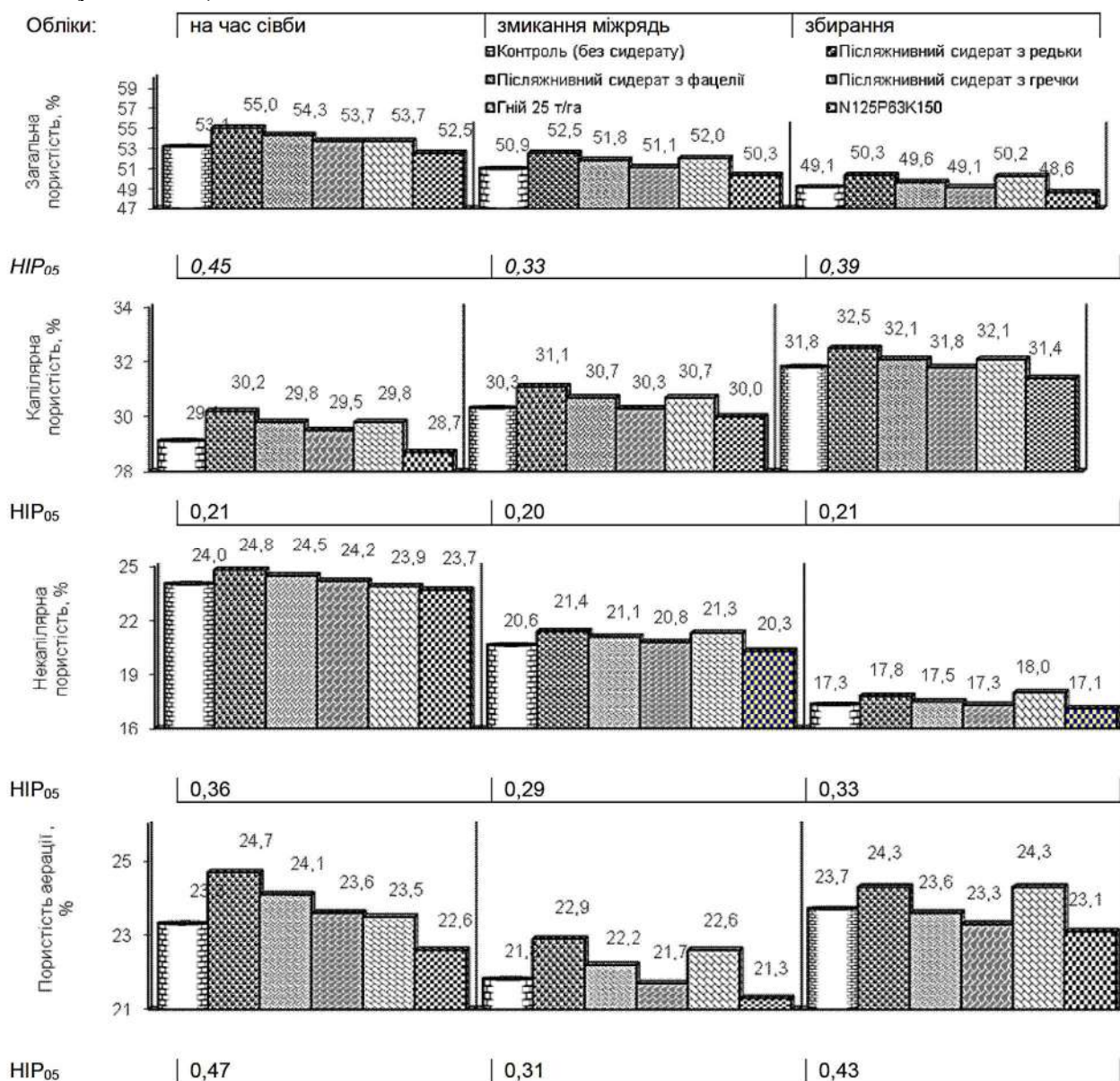


Рисунок 2.90 – Вплив добрив на динаміку пористості шару ґрунту 0–30 см при вирощуванні буряків цукрових, % (середнє за 2001–2005 рр.)¹⁵³⁵

¹⁵³⁵ Міщенко Ю.Г. Післяжнивні сидерати та пористість ґрунту. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5767/1/11.pdf>.

Некапілярна пористість також знижувалася з 23,7–29,0 до 17,1–23,4 %, але не виходила за оптимальні межі (12,5–30 %) для цих культур.

Причиною її зниження є поступове ущільнення ґрунту з часом, яке одночасно сприяло збільшенню капілярної пористості від 24,7–30,2 до 26,1–32,5 %, яка була в оптимальних межах (30–37,5 %) лише при вирощуванні буряків цукрових з використанням редьки олійної на сидерат.

Пористість аерації пов'язана із ступенем розпушення та зволоження ґрунту. На початку вирощування буряків цукрових і картоплі в шарі ґрунту 0–30 см вона була найбільшою – 22,6–25,8 %, а в середині вегетації – максимально знижувалась (до 21,3–23,4 %), а на час збирання культур підвищувалась до 23,1–24,7 %, що пов'язано із зменшенням запасів вологи в ґрунті (рис. 2.91).

В усіх варіантах фонів живлення пористість аерації переважала граничну межу – 15 %.

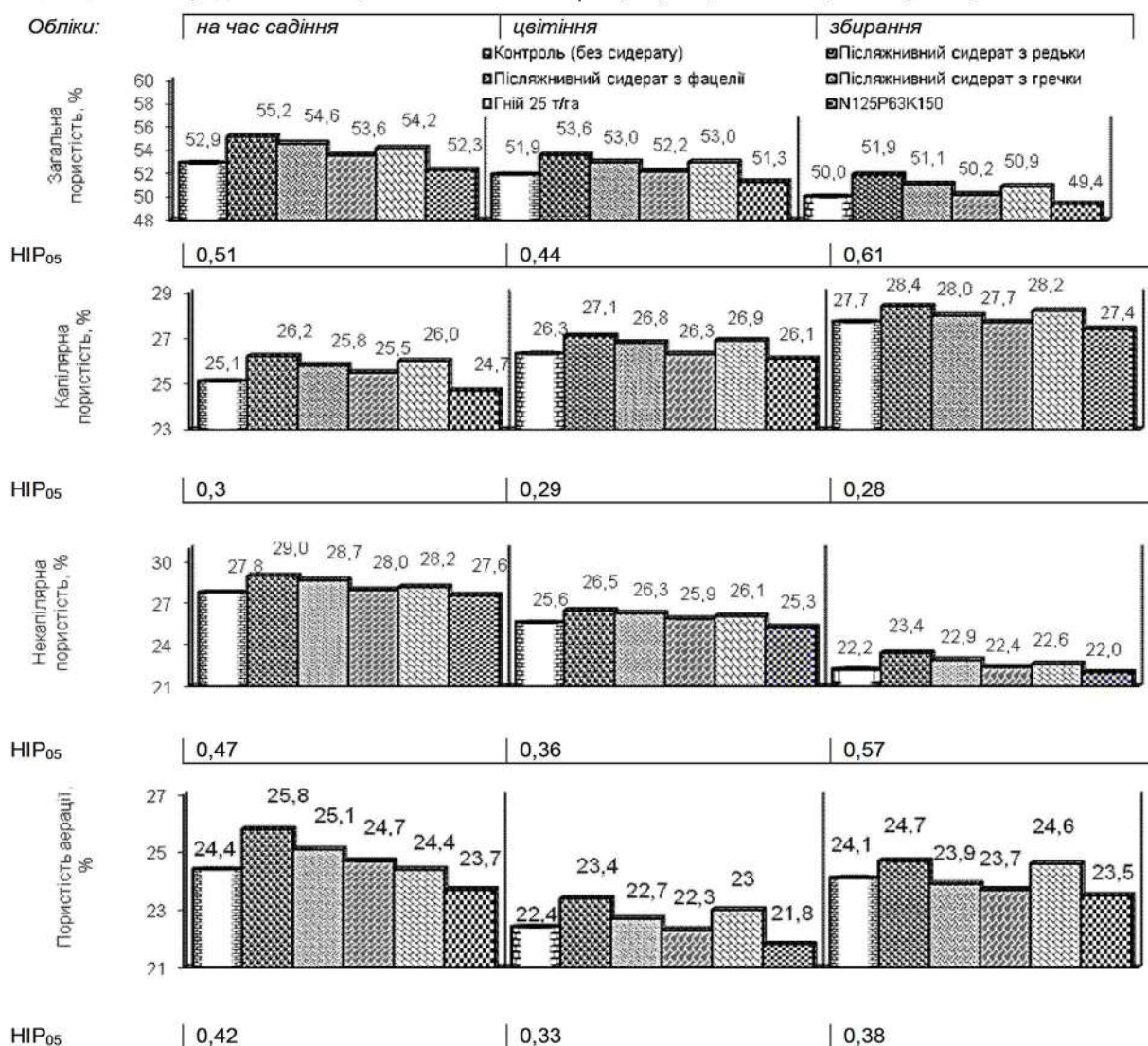


Рисунок 2.91. – Вплив добрив на динаміку пористості шару ґрунту 0–30 см при вирощуванні картоплі, % (середнє за 2001–2005 рр.)¹⁵³⁶

¹⁵³⁶ Міщенко Ю.Г. Післяжнивні сидерати та пористість ґрунту. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5767/1/11.pdf>.

При вирощуванні буряків цукрових і картоплі у варіанті використання редьки олійної на сидерат у шарі ґрунту 0–30 см показники всіх видів пористості були найвищими і найбільш близькими до оптимальних (табл. 2.144).

Таблиця 2.144

Вплив добрив на пористість шару ґрунту 0–30 см при вирощуванні буряків цукрових і картоплі, % (середнє за 2001–2005 рр.)¹⁵³⁷

Пористість	Фон живлення						НІР ₀₅
	контроль, без добрив	післяжнивний сидерат			гній, 25 т/га	N ₁₂₅ P ₆₃ K ₁₅₀	
		редька олійна	фацелія	гречка			
<i>Буряки цукрові</i>							
Загальна	51,0	52,5	51,9	51,3	52,0	50,5	0,34
Капілярна	30,4	31,2	30,8	30,5	30,9	30,1	0,17
Некапілярна	20,6	21,3	21,1	20,8	21,1	20,4	0,28
Аерації	22,9	24,0	23,3	22,9	23,5	22,3	0,27
<i>Картопля</i>							
Загальна	51,6	53,5	52,9	51,9	52,6	51,1	0,45
Капілярна	26,4	27,2	26,9	26,5	27,0	26,1	0,27
Некапілярна	25,2	26,3	26,0	25,4	25,6	25,0	0,37
Аерації	23,6	24,6	23,9	23,6	24,0	23,0	0,23

Суттєво нижчими від кращого варіанту були загальна, капілярна пористість (окрім варіанту вирощування картоплі на фоні гною) і пористість аерації у варіантах використання на сидерат фацелії і 25 т/га гною – відповідно на 0,6–0,9, 0,3–0,4 і 0,5–0,7 %.

Застосування редьки олійної і фацелії на сидерат та внесення 25 т/га гною суттєво переважало за всіма видами пористостей 0–30 см шару ґрунту варіант застосування гречки на сидерат та контрольний. На варіанті внесення мінеральних добрив в 0–30 см шарі ґрунту суттєво знижувалася загальна, капілярна та пористість аерації в порівнянні як до контролю, так і до фонів органічного удобрення.

На нашу думку, зростання пористості ґрунту під впливом сидератів і гною пов'язано з поліпшенням як структури, так і щільності ґрунту.

¹⁵³⁷ Міщенко Ю.Г. Післяжнивні сидерати та пористість ґрунту. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5767/1/11.pdf>.

Це пов'язано з покращенням інтенсивності діяльності мікро– та мезофауни на фоні заорювання сидератів з редьки та фацелії і внесення гною, про що свідчить тісна позитивна кореляційна залежність між коефіцієнтом структурності і загальною пористістю ґрунту – $r = 0,71-0,78$; на контролі й фоні мінеральних добрив кореляційна залежність була середньої сили – $r = 0,37$ та $0,49$ (рис. 2.92).

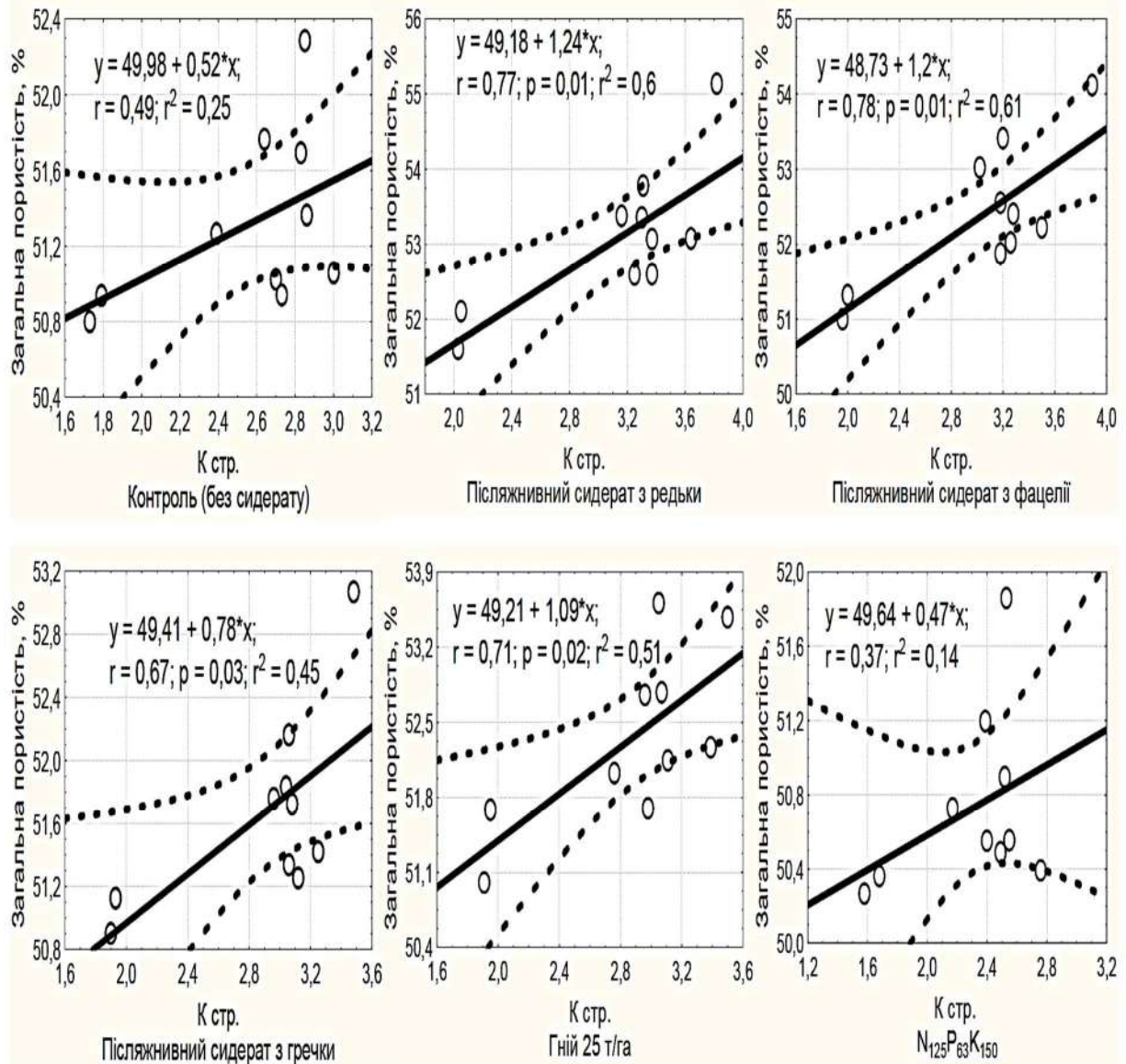


Рисунок 2.92 – Кореляційна залежність між коефіцієнтом структурності (К стр.) і загальною пористістю ґрунту за фонами живлення (середнє 2001–2005 рр.)¹⁵³⁸

Найбільш тісна зворотна залежність в посівах буряків цукрових і картоплі встановлена у варіантах заорювання післяживних редьки олійної і фацелії на сидерат між щільністю і загальною пористістю 0–30 см шару ґрунту – $r = -0,98$ і $-0,99$; дещо меншою вона була у варіантах гречки на сидерат і внесення 25 т/га гною – відповідно $-0,96$ і $-0,95$ (рис. 2.93).

¹⁵³⁸ Міщенко Ю.Г. Післяживні сидерати та пористість ґрунту. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5767/1/11.pdf>.

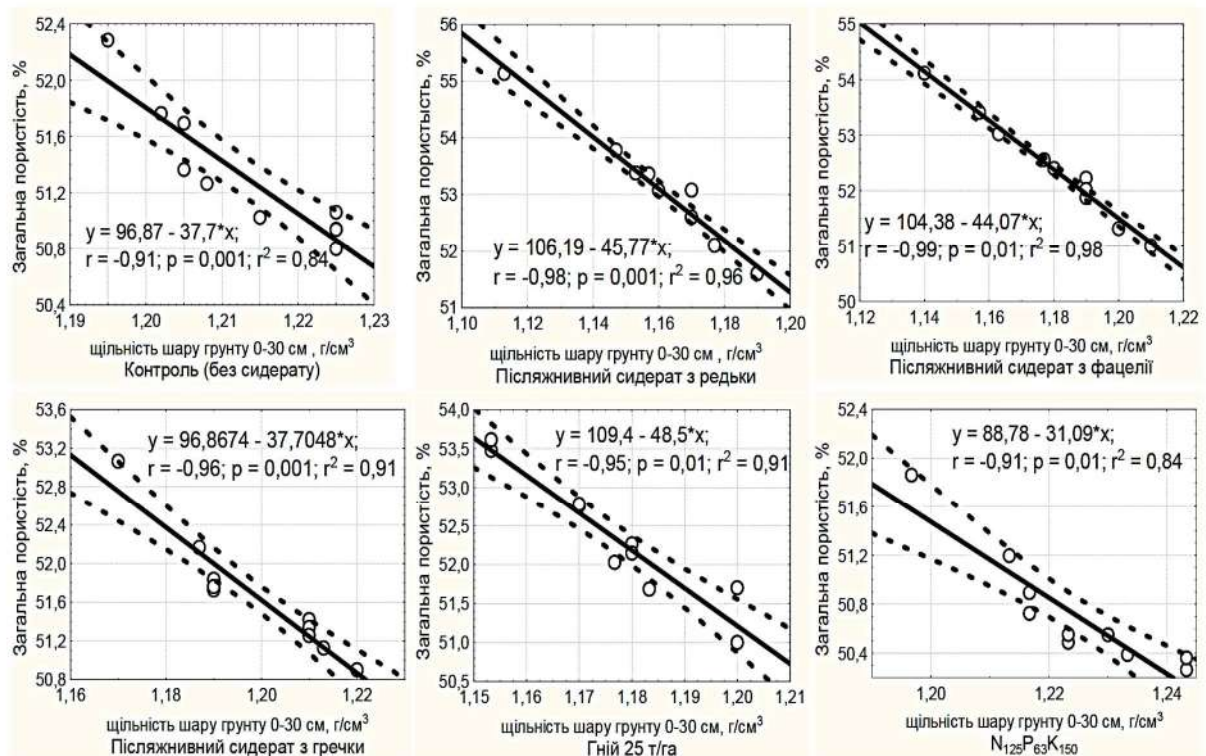


Рисунок 2.93 – Кореляційна залежність між загальною пористістю і щільністю ґрунту за фонами живлення (середнє 2001–2005 рр.)¹⁵³⁹.

На зв'язок величини фітомаси післяжнивних сидеральних культур з загальною пористістю і пористістю аерації ґрунту вказують тісні і середні за щільністю позитивні кореляційні зв'язки (рис. 2.94).

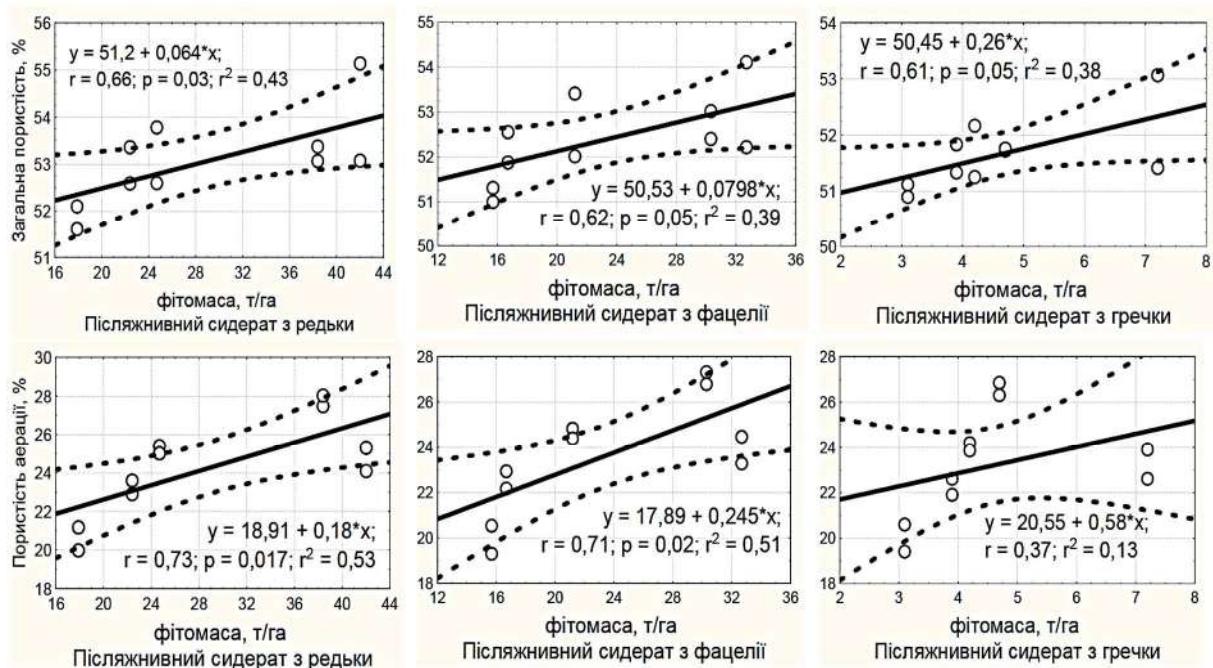


Рисунок 2.94 – Кореляційна залежність між загальною і пористістю аерації ґрунту за кількістю фітомаси культури на сидерат (середнє 2001–2005 рр.)¹⁵⁴⁰

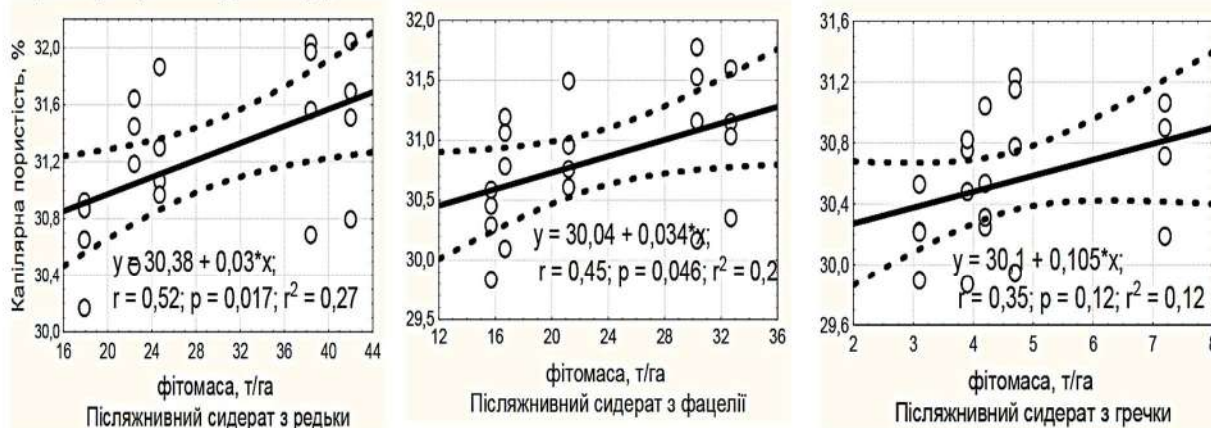
¹⁵³⁹ Міщенко Ю.Г. Післяжнивні сидерати та пористість ґрунту. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5767/1/11.pdf>.

Найвищий кореляційний зв'язок між величиною фітомаси і загальною та пористістю аерації встановлено у варіанті вирощування редьки олійної на сидерат – $r = 0,66$ та $0,73$.

Децю меншим він був за використання фацелії на сидерат – $r = 0,62$ та $0,71$ і найнижчим – у варіанті післяжнивної гречки на сидерат.

Між фітомасою сидератів і капілярною пористістю ґрунту була встановлена позитивна й середня за щільністю кореляційна залежність як при вирощуванні буряків цукрових так і картоплі (рис. 2.95).

при вирощуванні буряків цукрових



при вирощуванні картоплі

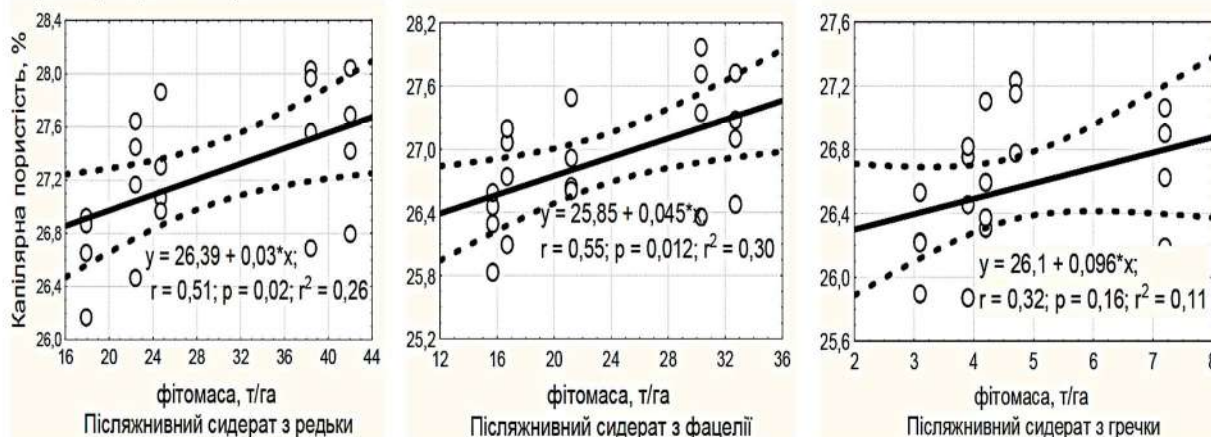


Рисунок 2.95 – Кореляційна залежність між капілярною пористістю ґрунту і кількістю фітомаси культури на сидерат (середнє 2001–2005 рр.)^{1541/}

У варіанті використання редьки олійної на сидерат коефіцієнт кореляції був найвищим при вирощуванні буряків цукрових ($r = 0,52$), а на варіанті застосування фацелії на зелене добриво – під посівами картоплі ($r = 0,55$). На варіанті післяжнивної гречки на сидерат коефіцієнти кореляції були найнижчими – $r = 0,35$ і $0,32$. Таким чином, завдяки покращенню структури ґрунту і його щільності, застосування післяжнивного сидерату – редьки олійної – забезпечувало найбільш оптимальні показники загальної, капілярної,

¹⁵⁴⁰ Міщенко Ю.Г. Післяжнивні сидерати та пористість ґрунту. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5767/1/11.pdf>.

¹⁵⁴¹ Міщенко Ю.Г. Післяжнивні сидерати та пористість ґрунту. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5767/1/11.pdf>.

некапілярної та пористості аерації для вирощування буряків цукрових та картоплі. Відповідно, при застосуванні післяжнивного сидерату з редьки олійної, маючи згідно результатів досліджень найкращі показники пористості ґрунту, в кінцевому результаті й обумовило отримання найвищих врожаїв бульб картоплі 30,9 т/га та коренеплодів 36,6 т/га (табл. 2.145).

В ході аналізу пористості ґрунту було встановлено, що досліджувані варіанти післяжнивних сидератів за показниками пористості мали суттєве зростання в порівнянні з контрольним варіантом – заорюванням соломи та післяжнивних решток озимої пшениці. Серед післяжнивних сидератів перевагу за пористістю мала редька олійна. завдяки найвищому врожаю зеленого добрива, коренева система якого сприяла найглибшому дренажу ґрунту, а загорнена фітомаса – найбільш інтенсивній діяльності ґрунтової біоти, наслідком роботи якої стало поліпшення структури та краще розпушення ґрунту.

Порівняно з еквівалентною кількістю гною на фоні сидерату з редьки олійної також мали більшу пористість ґрунту за період вирощування буряків цукрових та картоплі.

До варіантів післяжнивних сидератів фон мінерального живлення взагалі не міг суттєво конкурувати за показниками пористості ґрунту, оскільки за весь період вирощування просапних культур даний варіант поступався контрольному.

Виходячи з вище наведеного рекомендуємо для покращення показників пористості ґрунту при вирощуванні буряків цукрових та картоплі застосовувати післяжнивну сидерацію з редьки олійної.

Таблиця 2.145

Вплив добрив на урожайність тестових культур, т/га¹⁵⁴²

Варіанти досліджу	Буряки цукрові		Картопля	
	урожайність т/га	прибавка, т/га	урожайність, т/га	прибавка, т/га
Контроль (без сидерату)	30,0	–	24,8	–
Післяжнивний сидерат з редьки	36,6	6,6	30,9	6,1
Післяжнивний сидерат з фацелії	35,2	5,2	29,3	4,5
Післяжнивний сидерат з гречки	31,3	1,3	25,7	0,9
Гній 25 т/га	36,1	6,1	29,2	4,4
N ₁₂₅ P ₆₃ K ₁₅₀	35,6	5,6	29,7	4,9
НІР ₀₅	1,02		0,76	

Встановлено¹⁵⁴³, що нагромадження біомаси сидератами та послідувача їх біологічна трансформація залежать від системи обробітку ґрунту. З метою

¹⁵⁴² Міщенко Ю.Г. Післяжнивні сидерати та пористість ґрунту. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5767/1/11.pdf>.

визначення ефективності нагромадження органічної маси різних сидеральних культур досліджували чотири системи основного обробітку чорнозему південного: диференційований (контроль), полицево-безполицевий, безполицевий різноглибинний, безполицевий мілкий (табл. 2.146).

Таблиця 2.146

Схема основного обробітку ґрунту у короткоротаційних сівозмінах Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН¹⁵⁴⁴

№ поля	Культура у сівозміні	Система основного обробітку ґрунту			
		диференційований (контроль)	полицево-безполицевий	безполицевий різноглибинний	безполицевий мілкий
1	Сидеральні культури	полицевий глибокий, 25–27 см	безполицевий мілкий, 8–10 см	безполицевий глибокий, 25–27 см	безполицевий мілкий, 8–10 см
2	Пшениця озима	безполицевий мілкий, 8–10 см	безполицевий мілкий, 8–10 см	безполицевий мілкий, 8–10 см	безполицевий мілкий, 8–10 см
3	Пшениця озима	безполицевий мілкий, 8–10 см	безполицевий мілкий, 8–10 см	безполицевий мілкий, 8–10 см	безполицевий мілкий, 8–10 см
4	Овес	полицевий глибокий, 25–27 см	полицевий глибокий, 25–27 см	безполицевий глибокий, 25–27 см	безполицевий мілкий, 8–10 см
5	Пшениця озима	безполицевий мілкий, 8–10 см	безполицевий мілкий, 8–10 см	безполицевий мілкий, 8–10 см	безполицевий мілкий, 8–10 см

У середньому за роки досліджень вика озима сформувала найвищий урожай зеленої маси – 31,0 т/га (табл. 2.147). Значно нижчою була урожайність сумішки гороху з гірчицею білою (18,8 т/га), гороху в чистому посіві (16,7 т/га) і гірчиці білої в сумішці з горохом (12,8 т/га). Найнижчий урожай гороху отримали в сумішці з гірчицею білою – 6,0 т/га.

Автором дослідження наголошується, що якщо урожайність зеленої маси вики озимої взяти за 100%, то зелена маса сумішки гороху з гірчицею білою становила 60,6%, гороху в чистому посіві – 53,9%, гірчиці білої із сумішки з горохом – 41,3%, гороху із сумішки з гірчицею білою – 19,4%. Вика озима за урожайністю зеленої маси перевищувала сумішку гороху з гірчицею білою – у 1,6 раза, горох у чистому посіві – 1,9 раза, гірчицю білу із сумішки з горохом – 2,4 раза, горох із сумішки з гірчицею білою – 5,2 раза.

Показники висоти сидеральних культур свідчать про таку закономірність, що урожайність їх надземної маси залежала від висоти рослин. Чим більшою була висота рослин, тим більшу урожайність її зеленої маси отримували.

¹⁵⁴³ Кривенко А.І. Ефективність нагромадження органічної маси сидеральних культур залежно від обробітку ґрунту в південному Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. Вип. 3. 66-72.

¹⁵⁴⁴ Кривенко А.І. Ефективність нагромадження органічної маси сидеральних культур залежно від обробітку ґрунту в південному Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. Вип. 3. 66-72.

Таблиця 2.147

Урожайність зеленої маси сидеральних культур залежно від обробітку ґрунту, середнє за 2011–2017 рр.¹⁵⁴⁵

Обробіток ґрунту під культуру	Урожайність зеленої маси, т/га				
	вика озима	горох у чистому посіві	горох із сумішки	гірчиця біла із сумішки	сумішка гороху з гірчицею
Полицевий глибокий	31,0	16,7	6,4	12,8	19,2
Безполицевий мілкий	29,8	16,0	5,3	12,1	17,4
Безполицевий глибокий	32,6	17,7	6,4	13,8	20,2
Безполицевий мілкий	31,5	16,5	5,8	12,5	18,3
Середнє	31,0	16,7	6,0	12,8	18,8
% до вики озимої	100	53,9	19,4	41,3	60,6

І навпаки, чим меншою була висота рослин, тим меншу отримували урожайність її зеленої маси. За результатами досліджень найбільшу висоту серед культур відмічено у вики озимої, яка становила 101,6 см (табл. 2.148). Висота гороху в чистому посіві була у 1,9 раза нижчою, ніж висота вики озимої і у 1,3 раза вищою, ніж гороху із сумішки з гірчицею білою. Горох із сумішки мав меншу висоту через пригнічення вищою від нього гірчицею білою, яка швидше проростала. Швидкий ріст рослин гірчиці білої перешкоджав розвитку бур'янів, пригнічуючи їх у конкуренції за сонячне світло.

Таблиця 2.148

Висота рослин сидеральних культур залежно від обробітку ґрунту, середнє за 2011–2017 рр.¹⁵⁴⁶

Обробіток ґрунту під культуру	Висота рослин сидеральних культур, см				
	вика озима	горох у чистому посіві	горох із сумішки	гірчиця біла із сумішки	середнє
Полицевий глибокий	101,0	51,9	40,6	76,6	67,5
Безполицевий мілкий	100,4	51,2	39,5	74,8	66,5
Безполицевий глибокий	103,1	53,9	42,3	78,9	69,6
Безполицевий мілкий	101,8	51,7	39,9	76,6	67,5
Середнє	101,6	52,2	40,6	76,7	–

¹⁵⁴⁵ Кривенко А.І. Ефективність нагромадження органічної маси сидеральних культур залежно від обробітку ґрунту в південному Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. Вип. 3. 66-72.

¹⁵⁴⁶ Кривенко А.І. Ефективність нагромадження органічної маси сидеральних культур залежно від обробітку ґрунту в південному Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. Вип. 3. 66-72.

Стосовно дії основного обробітку ґрунту на висоту та нагромадження органічної маси, можна зробити висновок, що всі сидеральні культури позитивно відреагували на безполицевий глибокий обробіток ґрунту. Із його застосуванням рослини сформували найбільшу висоту: вика озима – 103,1 см, гірчиця біла із сумішки з горохом – 78,9 см, горох у чистому посіві – 53,9 см, горох із сумішки з гірчицею білою – 42,3 см. Урожайність органічної маси вики озимої склала 32,6 т/га, сумішки гороху з гірчицею – 20,2 т/га, гороху в чистому посіві – 17,7 т/га, гірчиці білої із сумішки з горохом – 13,8 т/га, гороху із сумішки з гірчицею білою – 6,4 т/га. Високі результати отримали із впровадженням системи безполицевого мілкого обробітку ґрунту, де висота та нагромадження органічної маси всіх сидеральних культур не значно відрізнялися від вищенаведеного варіанта: відповідно на 1,3–6,0% та 3,5–10,4%. Найгіршим для сидеральних культур виявився безполицевий мілкий обробіток у системі полицево–безполицевого обробітку ґрунту, де отримали найнижчу висоту та нагромадження органічної маси всіх сидеральних культур.

У середньому за роки досліджень¹⁵⁴⁷, із застосуванням безполицевого глибокого обробітку отримали найбільшу урожайність зеленої маси вики озимої, яка на 5,2% перевищувала значення за впровадження полицевого обробітку. Найгіршим був безполицевий мілкий обробіток у системі полицево–безполицевого обробітку ґрунту, що негативно вплинув на нагромадження органічної маси, яка була на 3,9% нижчою у порівнянні з полицевим обробітком ґрунту. За роки досліджень вика озима сформувала урожайність органічної маси у межах від 29,3 т/га у 2013 р. до 35,9 т/га у 2016 р. Винятком в несприятливий 2015 р., де урожайність вики озимої була нижчою у 1,5–1,8 раза, ніж в інші роки. Аналіз дії різних систем обробітку на нагромадження органічної маси забезпечив перевагу безполицевого глибокого обробітку ґрунту у межах від 30,5 до 37,6 т/га. У несприятливому 2015 р. найбільшу на 5,7–10,8% за всі інші варіанти урожайність органічної маси отримано за використання системи безполицевого мілкого обробітку ґрунту. Висота рослин вики озимої залежно від погодних умов року вирощування коливалася у середньому в межах від 75,3 до 115,4 см. Найбільш сприятливим для росту і розвитку рослин вики озимої був 2016 р., в якому отримали у середньому найбільшу їх висоту – 115,4 см і найвищу урожайність органічної маси – 35,9 т/га. За роки досліджень найбільшу висоту рослин вики озимої забезпечив безполицевий глибокий обробіток – 103,1 см, та система мілкого обробітку – 101,8 см, що відповідно на 2,1 і 0,8% була більшою у порівнянні з полицевим обробітком.

Урожайність зеленої маси гороху в чистому посіві була значно нижчою, ніж урожайність вики озимої, і коливалася у межах 9,4–22,5 т/га. Аналіз дії різних систем обробітку ґрунту на нагромадження органічної маси забезпечив за всіма роками досліджень перевагу безполицевого глибокого обробітку ґрунту у межах від 10,8 до 23,6 т/га та системи безполицевого мілкого

¹⁵⁴⁷ Кривенко А.І. Ефективність нагромадження органічної маси сидеральних культур залежно від обробітку ґрунту в південному Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. Вип. 3. 66-72.

обробітку – від 8,8 до 22,3 т/га. Висота гороху в чистому посіві коливалася за роками залежно від його погодних умов. Найвищою (58,5 і 58,3 см) вона була відповідно у 2016 р. і 2017 р., найнижчою (44,9 і 43,9 см) – відповідно у несприятливих 2011 р. і 2015 р. За всіма роками дослідження простежувалась незначна тенденція до збільшення висоти гороху в чистому посіві при безполіцевому глибокому обробітку ґрунту. Горох із сумішки сформував органічну масу у 2,8 раза меншу, ніж у чистому вигляді, що свідчить про пригнічення цієї культури гірчицею білою. У порівнянні з викою озимою урожайність органічної маси гороху із сумішки з гірчицею білою була у 5,2 раза меншою. Найбільшу урожайність отримали у 2016 р. і 2017 р., яка була відповідно на рівні 7,7 і 7,1 т/га. Найбільшу урожайність органічної маси гороху із сумішки з гірчицею білою (4,0 т/га) було встановлено у несприятливому 2013 р.

У середньому за роки досліджень¹⁵⁴⁸ найбільшу урожайність зеленої маси гороху із сумішки з гірчицею білою отримали із застосуванням поліцевого і безполіцевого глибоких обробітків, яка була на однаковому рівні і склала 6,4 т/га. Високі результати отримали із застосуванням системи безполіцевого мілкого обробітку, де цей показник був меншим лише на 0,6 т/га. Найменшу урожайність органічної маси отримали за проведення безполіцевого мілкого обробітку у системі поліцево–безполіцевого обробітку ґрунту, що склала 5,3 т/га. Аналіз висоти гороху із сумішки з гірчицею білою показав, що вона корелювала з урожайністю органічної маси цієї культури. Чим більшою була урожайність, тим більшою була її висота. У 2016 р. отримали найвищу урожайність органічної маси гороху із сумішки з гірчицею білою – 7,7 т/га, та найбільшу висоту його рослин – 47,1 см. Водночас, із застосуванням поліцевого і безполіцевого глибоких обробітків ґрунту отримали однакову урожайність гороху із сумішки з гірчицею білою, а висота рослин гороху була більшою за безполіцевого глибокого обробітку ґрунту, яка становила 42,3 см. Це можна пояснити тим, що із його впровадженням рослини гороху були краще розкущені, тому мали меншу висоту. Найгірші результати отримали у 2013 р., де висота гороху із сумішки з гірчицею білою у середньому становила 31,3 см.

Урожайність органічної маси гірчиці білої із сумішки з горохом за роками коливалася у межах від 11,3 т/га у 2015 р. до 14,8 т/га у 2016 р. Безполіцевий глибокий обробіток був найбільш ефективним для цієї культури, де у середньому урожайність у порівнянні з поліцевим обробітком ґрунту була на 7,8% більшою, з системою безполіцевого мілкого обробітку ґрунту – на 10,1%, з безполіцевим мілким у системі поліцево–безполіцевого обробітку ґрунту – на 13,3%. При аналізі висоти гірчиці білої із сумішки з горохом спостерігали таку ж закономірність, яка була зафіксована у посівах інших культур: чим вищими були рослини, тим більшим було нагромадження її органічної маси.

¹⁵⁴⁸ Кривенко А.І. Ефективність нагромадження органічної маси сидеральних культур залежно від обробітку ґрунту в південному Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. Вип. 3. 66-72.

Урожайність органічної маси сумішки гороху з гірчицею білою коливалася за роками і була зафіксована у межах від 16,5 т/га у 2013 р. до 22,8 т/га у 2016 р. У цьому варіанті було нагромаджено органічної маси більше у 1,1 раза, ніж горохом у чистому посіві, але менше у 1,6 раза, порівняно з викою озимою. Тут також спостерігали аналогічну закономірність дії різних способів основного обробітку ґрунту. Із застосуванням безполицевого глибокого обробітку ґрунту отримали найкращі результати за урожайністю органічної маси – 20,2 т/га, що у порівнянні з полицевим глибоким обробітком було більше на 5,2%. Із впровадженням системи безполицевого мілкового обробітку цей показник знизився на 4,7%, а безполицевого мілкового обробітку у системі полицево–безполицевого обробітку ґрунту – на 9,4% порівняно з полицевим глибоким.

Аналіз агрохімічного складу органічної маси сидеральних культур у короткоротаційних сівозмінах свідчить, що найвищий вміст азоту отримали у вики озимої – 3,92% сухої речовини (табл.). Вика озима нагромаджувала не лише найбільшу кількість азоту, але і найбільший вміст інших поживних речовин, зокрема протеїну, який склав 32,64% сухої речовини. У її органічній масі містилася велика кількість фосфору та калію – відповідно 0,55 і 1,02% сухої речовини (табл. 2.149).

Таблиця 2.149

Агрохімічний склад органічної маси сидеральних культур у короткоротаційних сівозмінах, середнє за 2011–2017 рр.¹⁵⁴⁹

Культура	Вміст вологи, %	% сухої речовини			
		азот	фосфор	калій	протеїн
Вика озима	70,03	3,92	0,55	1,02	32,64
Горох у чистому посіві	74,84	2,41	0,46	0,70	20,91
Горох із сумішки	71,50	2,56	0,43	0,57	24,62
Гірчиця біла із сумішки	68,88	1,93	0,93	1,06	18,91

Гірчиця біла нагромаджувала найбільшу кількість фосфору і калію, що склало відповідно 0,93 і 1,06% сухої речовини. В органічній масі гороху в чистому посіві отримали азоту більше, ніж у гірчиці білої на 0,48% сухої речовини. Горох із сумішки збільшував вміст азоту у порівнянні з гірчицею білою на 0,63% сухої речовини. Це можна пояснити тим, що рослини гороху пригнічувалися гірчицею білою і формували меншу в 2,5 раза органічну масу, але відсоток вмісту азоту у ній збільшувався порівняно з органічною масою гороху в чистому посіві на 0,15%. Таке явище зумовлювалось тим, що гірчиця біла збільшувала вміст доступних форм фосфору в ґрунті, які частково використовувались горохом і це зумовлювало збільшення вмісту азоту в його органічній масі.

¹⁵⁴⁹ Кривенко А.І. Ефективність нагромадження органічної маси сидеральних культур залежно від обробітку ґрунту в південному Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. Вип. 3. 66-72.

У цілому сумішка гороху з гірчицею білою забезпечувала більший вихід поживних речовин, зокрема азоту, фосфору і калію. Горох із сумішки з гірчицею білою мав достатньо високий вміст азоту (2,56%) та протеїну (24,62%) і перевищував за цими показниками горох у чистому посіві. Найбільший вміст вологи забезпечував горох у чистому посіві (74,84%), що був вищим від інших варіантів на 3.34–5.96%.

Показники вмісту поживних речовин в органічній масі сидеральних культур забезпечили розрахунок кількості нагромадження поживних речовин на 1 га ріллі. Зокрема, азоту нагромаджували: вика озима – 364,56 кг/га, сумішка гороху з гірчицею білою – 120,58 кг/га, горох – 101,22 кг/га діючої речовини, тобто у відповідній пропорції: 1:0.33:0.28 (табл.). В органічній масі вики озимої було зафіксовано найбільший вміст інших поживних речовин: фосфору – 51,15 кг/га, калію – 94,86 кг/га і протеїну – 3305,52 кг/га діючої речовини (табл. 2.150)

Таблиця 2.150

Нагромадження поживних речовин в органічній масі сидеральних культур у короткоротаційних сівозмінах, середнє за 2011–2017 рр.¹⁵⁵⁰

Культура	Урожайність зеленої маси, т/га		кг/га д. р.			
	сира	суха	азот	фосфор	калій	протеїн
Вика озима	31,0	9,30	364,56	51,15	94,86	3305,52
Горох у чистому посіві	16,7	4,20	101,22	19,32	29,40	878,22
Горох із сумішки	6,0	1,71	43,78	7,35	9,75	421,00
Гірчиця біла із сумішки	12,8	3,98	76,81	37,01	42,19	752,62
Сумішка гороху з гірчицею білою	18,8	5,69	120,58	44,46	51,94	1173,62

Гірчиця біла мала вищий у 1,69 раза вміст фосфору порівняно з викою озимою, але за рахунок того, що вика озима формувала більшу у 2,34 раза органічну масу, у ній підвищувалось у 1,38 раза нагромадження фосфору порівняно з гірчицею білою. Нагромадження фосфору викою озимою, сумішкою гороху і гірчиці білої та горохом у чистому посіві має такий вигляд: 1:0,87:0,38. В органічній масі гороху в чистому посіві нагромаджено у 2,08–2,61 раза більше поживних речовин, ніж в органічній масі гороху із сумішки з гірчицею білою. В органічній масі вики озимої нагромаджувалось також найбільше калію – 94,86 кг/га діючої речовини.

Співвідношення вики, сумішки гороху з гірчицею білою та гороху в чистому посіві за нагромадженням калію має такий вигляд: 1:0,55:0,31.

¹⁵⁵⁰ Кривенко А.І. Ефективність нагромадження органічної маси сидеральних культур залежно від обробітку ґрунту в південному Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. Вип. 3. 66-72.

Наведені дані свідчать, що горох у чистому посіві недоцільно використовувати на зелене добриво. Сумішка гороху з гірчицею білою має гарне співвідношення за азотом (1:1,75), гірше за фосфором (1:2,33) і незадовільне за калієм (1:4,33). Поживні речовини у полі вики озимої мають таке співвідношення азоту, фосфору і калію: 1:0,28:0,33; у полі сумішки гороху з гірчицею білою – 1:0,36:0,43. Порівняння цих співвідношень свідчать, що у полі сумішки гороху з гірчицею білою вміст зазначених макроелементів був кращим, хоча в абсолютному вигляді їх містилося менше. Надлишок азоту у полі вики озимої може призвести до переростання вегетативної маси пшениці озимої, тобто збільшення її кушення, яке в умовах посухи може не повністю забезпечуватися вологою, що призведе до зменшення врожаю зерна.

Органічна маса вики озимої нагромаджувала найбільшу кількість протеїну – 3305,52 кг/га, дещо менший показник отримали в органічній масі сумішки гороху з гірчицею білою – 1173,62 кг/га. Найменший вміст протеїну містила органічна маса гороху в чистому посіві – 878,22 кг/га. Таким чином, за кількісним нагромадженням органічної маси і поживних речовин (азот, фосфор, калій і протеїн) лідером стала вика озима, дещо поступилася їй сумішка гороху з гірчицею білою.

Автором дослідження¹⁵⁵¹ було зроблено узагальнення, що при вирощуванні всіх сидеральних культур встановлено таку закономірність: чим вищими були рослини, тим більшим було нагромадження їх органічної маси. Виявлено, що рослини гороху із сумішки мали меншу висоту через пригнічення вищими від них рослинами гірчиці білої, які швидше проростали. З'ясовано, що горох у чистому посіві на зелене добриво використовувати недоцільно. Встановлено, що у посушливих умовах Південного Степу України для ефективного вирощування сидеральних культур доцільно здійснювати безполицевий глибокий та систему безполицевого мілкого обробітків ґрунту. При їх застосуванні отримали найвищу урожайність органічної маси та висоту рослин всіх сидеральних культур. Найгіршим для сидеральних культур виявилось застосування системи полицево-безполицевого обробітку ґрунту, за якої отримано найнижчу висоту та найменше нагромадження органічної маси.

Підтверджує позитивний вплив сидератів і дослідження які проводяться компанією Кернел¹⁵⁵².

Загалом досліджуються три поля. Перше – це суто експериментальна ділянка, на якій посіяно 14 варіантів самих сидератів, плюс 1 контрольний. Друге та третє поля – вже промислові. На одному сидератом був ріпак як монокультура, а на іншому – суміш, котра складалася аж із 10 складових. Останнє вже пройшло етап заробляння сидератів.

¹⁵⁵¹ Кривенко А.І. Ефективність нагромадження органічної маси сидеральних культур залежно від обробітку ґрунту в південному Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2018. Вип. 3. 66-72.

¹⁵⁵² АгроПолігон Кернел Сидерати. URL: <https://kurkul.com/blog/468-agropolygon-kernel-siderati-ostannya-dekada-jovtnya>.



Рисунок 2.96 – Варіанти сидерації у досліді компанії Кернел (с.мт. Варва, Чернігівської обл)¹⁵⁵³

Передусім тут випробовували ефективність монопосівів сидератів (за які правили озимий та ярий ріпак) і сумішей сидератів у різних варіаціях (табл. 2.151).

Загалом було посіяно 6 сидеральних культур. Окрім уже згаданого ріпаку, це були гречка, фацелія, горох і соя. 7 із 14 ділянок засіяні 20 липня – майже одразу після збирання озимої пшениці, яка була попередником. А решту засіяли після того, як проросла падалиця, а саме – 9 серпня. Таким чином хотіли зрозуміти, за яких термінів сівби сидерати проявлять себе найкраще.

¹⁵⁵³ АгроПолігон Кернел: Сидерати — концептуальні експерименти з підвищення якості ґрунтів. URL: <https://superagronom.com/blog/179-agropoligon-kernel-siderati--kontseptualni-eksperimenti-z-pidvischennya-yakosti-gruntiv>.

Варіанти дослідів на ділянках¹⁵⁵⁴

№	Розфасування	Дата сівби	Агрегат	Густота, тис./га	Загальна густота тис./га
1	Ріпак озимий 12 кг/га	20.07.2017	Vaderstad Carrier 650	621	621
2	Ріпак ярий 3 кг/га+гречка 30 кг/га+фацелія 6 кг/га	20.07.2017	Vaderstad Carrier 650	302+63+ 90	455
3	Ріпак озимий 10 кг/га+гречка 20 кг/га	20.07.2017	Vaderstad Carrier 650	342+72	414
4	Ріпак ярий 20 кг/га+фацелія 5 кг/га	20.07.2017	Vaderstad Carrier 650	491+141	692
5	Ріпак ярий 8 кг/га+гречка 25 кг/га+фацелія 5 кг/га	20.07.2017	Rapid 400C	721+206+ 156	1088
6	Ріпак озимий 8 кг/га+гречка 25 кг/га+горох 80 кг/га	20.07.2017	Rapid 400C	450+186+ 96	732
7	Ріпак ярий 8 кг/га+гречка 25 кг/га+соєа 50 кг/га	20.07.2017	Rapid 400C	405+168+ 155	723
8	Ріпак озимий 10 кг/га+гречка 20 кг/га	09.08.2017	Vaderstad Carrier 650		
9	Ріпак ярий 18 кг/га+гречка 25 кг/га+фацелія 5 кг/га	09.08.2017	Vaderstad Carrier 650		
10	Ріпак ярий 10 кг/га+фацелія 5 кг/га	09.08.2017	Vaderstad Carrier 650		
11	Ріпак ярий 10 кг/га	09.08.2017	Vaderstad Carrier 650		
12	Ріпак ярий 15 кг/га	09.08.2017	Vaderstad Carrier 650		
13	Ріпак ярий 8 кг/га+гречка 25 кг/га+соєа 50 кг/га	09.08.2017	Rapid 400C		
14	Ріпак ярий 10 кг/га+гречка 25 кг/га+горох 80 кг/га	09.08.2017	Rapid 400C		
15	Контроль без посіву	10.08.2017	Vaderstad Carrier 650		

А ще на різних ділянках випробовували технології сівби: окремо – спеціальним агрегатом, у якому об'єднано кілька агротехнічних функцій, і окремо – сіву частині ділянок при сівбі ми поєднали кілька операцій: луцення стерні, внесення КАС-деструктора та безпосередньо висівання сидератів. Причому, все це відбувалося одночасно – завдяки застосуванню спеціально переробленої дискової борони True–Tandem (агрегат цей – унікальний, розроблений за конструкцією фахівців «Кернел»). Вони удосконалили борону Case True–Tandem 330 Turbo, завдяки чому за один прохід можна виконувати

¹⁵⁵⁴ АгроПолігон Кернел: Сидерати — концептуальні експерименти з підвищення якості ґрунтів. URL: <https://superagronom.com/blog/179-agropoligon-kernel-siderati-kontseptualni-eksperimenti-z-pidvischennya-yakosti-gruntiv>.

декілька операцій: на початку прилаштовано обприскувач, який вносить деструктор, потім диски у 2 ряди для закриття деструктора, далі трубопровід сівалки, який розкидає насіння, і останніми – котки. (рис. 2.97–2.98)), оснащеної аплікатором.

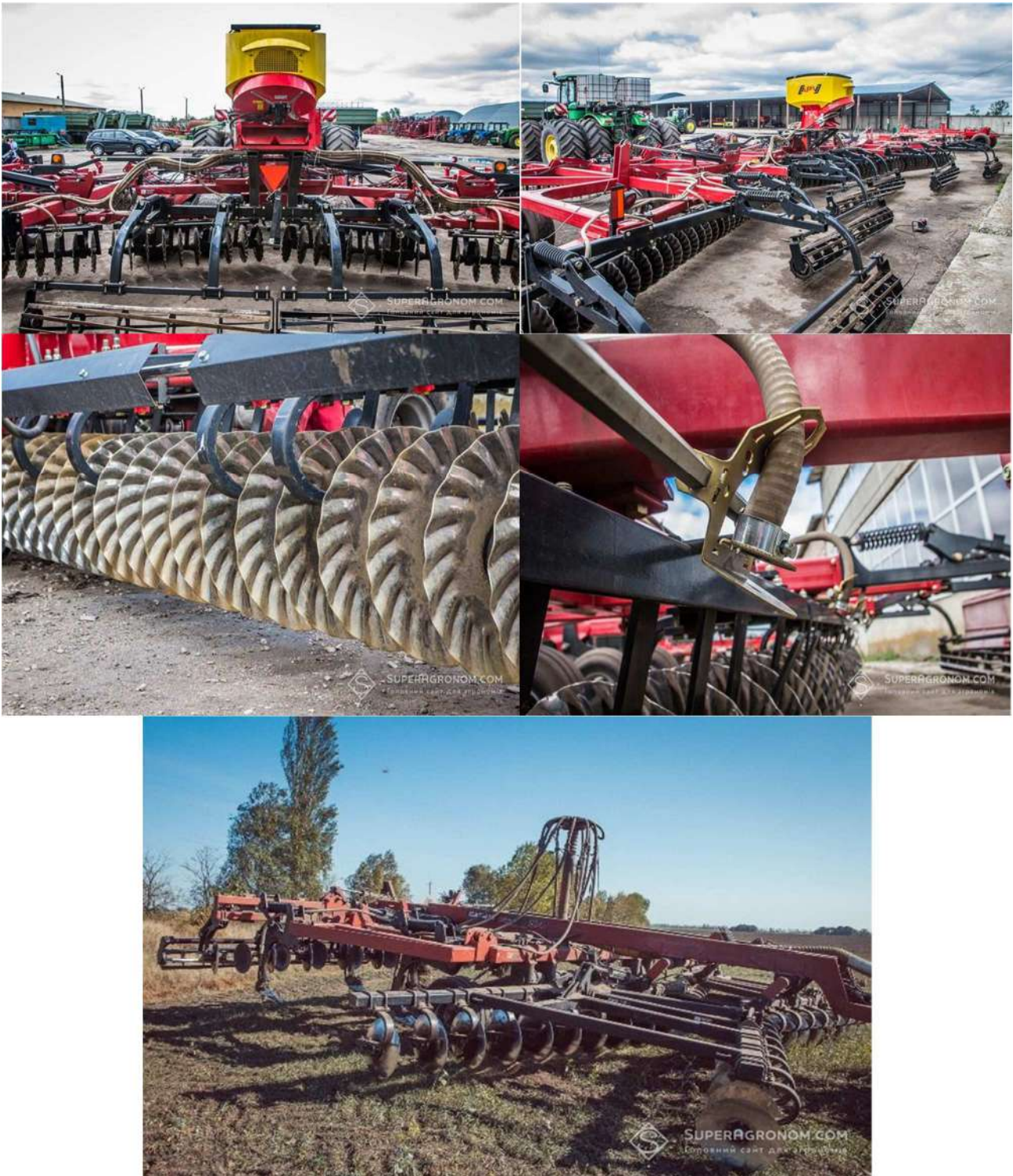


Рисунок 2.97 – Удосконалена борона Case True-Tandem 330 Turbo¹⁵⁵⁵

¹⁵⁵⁵ АгроПолігон Кернел: Сидерати — концептуальні експерименти з підвищення якості ґрунтів. URL: <https://superagronom.com/blog/179-agropoligon-kernel-siderati--kontseptualni-eksperimenti-z-pidvischennya-yakosti-gruntiv>.



Рисунок 2.98 –Агрегат Case True–Tandem 330 Turbo в роботі¹⁵⁵⁶

¹⁵⁵⁶ АгроПолігон Кернел: Сидерати — концептуальні експерименти з підвищення якості ґрунтів. URL: <https://superagronom.com/blog/179-agropoligon-kernel-siderati--kontseptualni-eksperimenti-z-pidvishchennya-yakosti-gruntiv>.

На третьому дослідному полі компанії Кернел висіяно суміш сидератів із досить різноманітним набором складових. Суміш сидератів ми брали готову – під наше замовлення. Вона містить близько 10 культур. Тут є гречка, кукурудза, соняшник, горох, вика, редька олійна, ріпак тощо (рис. 2.99). Найперше завдання було – зменшити ущільнення ґрунту. Розраховуємо, що із цим впорається коренева система кукурудзи й соняшнику, плюс за їхній рахунок додасться біомаса. Звісно, бобові мають збагатити ґрунт азотом, а гречка – поліпшити його фітосанітарний стан. Надалі ми плануємо заробляння сидератів як зеленої маси, адже на цьому полі не було внесено добрив.



Рисунок 2.99 – Стан рослин сидератів на період контрольних обліків у третьому дослідному полі компанії Кернел¹⁵⁵⁷

¹⁵⁵⁷ АгроПолігон Кернел: Сидерати — концептуальні експерименти з підвищення якості ґрунтів. URL: <https://superagronom.com/blog/179-agropoligon-kernel-siderati--kontseptualni-eksperimenti-z-pidvischennya-yakosti-gruntiv>.

На одній частині поля як сидерат висіяли монокультуру гірчиці. Також дивитимуться – який результат це дасть. Після сидератів на всьому полі будуть сіяти кукурудзу.

Нагадаємо, що «Кернел» – найбільший у світі виробник і експортер соняшникової олії, провідний виробник і постачальник сільськогосподарської продукції з регіону Чорноморського басейну на світові ринки. На частку компанії припадає близько 8% світового виробництва соняшникової олії. Свою продукцію вона поставляє більш ніж у 60 країн світу. З листопада 2007 року акції Kernel Holding торгуються на Варшавській фондовій біржі (WSE).

Були задоволені тими ділянками, які були засіяні 20 липня, тобто відразу після збирання врожаю озимої пшениці. Тоді залишилося ще достатньо вологи у ґрунті, плюс імовірність опадів протягом вегетації досить висока. Крім того, триваліший період вегетації до заробляння дає змогу рослинам набрати більше біомаси. Водночас ділянки, посіяні у серпні, не виправдали сподівань. Передусім підвела погода – практична відсутність опадів на основних етапах вегетації. Отже, у промислових посівах така технологія точно не застосовуватиметься.

Також тут вважають, що при застосуванні сидератів варто віддавати перевагу сумішам культур. Хоча в цьому разі потрібно прораховувати економічну частину технології.

Перед зароблянням сидератів на експериментальних ділянках на кожній із них було проведено аналіз низки ґрунтових показників. Їх проаналізують у динаміці, розподіливши на декілька груп:

1. *Щільність ґрунту*¹⁵⁵⁸. Визначають спеціальним пенітрологом, оснащеним ІТ-системою. Під час вимірювання дані зразу передаються через супутниковий зв'язок на сервер і спеціальна програма їх обробляє, подаючи у вигляді графіків і діаграм. Такі вимірювання досить важливі. Адже після проїзду агрегату утворюється ґрунтова підшва, яка може на 25–30% знизити родючість. Відповідно, знижується й урожайність. Тоді як коріння сидератів розпушує ґрунт, відбувається краща аерація вологи, активніше працюють мікроорганізми. Вимірювання щільності дає змогу з'ясувати, які сидерати чи суміші виконують цю функцію краще.

Показники щільності ґрунту за варіантами дослідів сидератів перед їх зароблянням (станом на 18.10.17 р.): 1 – ріпак озимий 12 кг/га; 2 – ріпак ярий 8 кг/га + гречка 20 кг/га + фацелія 5 кг/га; 3 – ріпак озимий 10 кг/га + гречка 20 кг/га; 4 – ріпак ярий 10 кг/га + фацелія 5 кг/га; 5 – ріпак ярий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + фацелія 5 кг/га; 6 – ріпак озимий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + горох 80 кг/га; 7 – ріпак озимий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + соя 50 кг/га; 8 – ріпак озимий 10 кг/га + гречка 20 кг/га; 9 – ріпак ярий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + фацелія 5 кг/га; 10 – ріпак ярий 10 кг/га + фацелія 5 кг/га; 11 – ріпак ярий 10 кг/га; 12 –

¹⁵⁵⁸ АгроПолігон Кернел Сидерати. URL: <https://kurkul.com/blog/468-agropolygon-kernel-siderati-ostannya-dekada-jovtnya>.

ріпак ярий 15 кг/га, 13 – ріпак ярий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + соя 50 кг/га; 14 – ріпак ярий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + соя 50 кг/га (рис. 2.101–2.107).



Рисунок 2.100 – Заробка сидератів на дослідному полі компанії Кернел¹⁵⁵⁹

2. *Вологість ґрунту.* Один із головних показників. Він показує забезпеченість рослин вологою і залежить від властивостей ґрунту (гранулометричний склад, вміст гумусу та обмінних катіонів), стану його поверхні (тип обробітку та стан рослинності, мікрорельєф), кількості атмосферних опадів, а також факторів, що зумовлюють інтенсивність випаровування вологи (температура повітря, сила вітру тощо).

Відомо, що сидерати мають властивість зберігати вологу у ґрунті. Її рівень порівнювали із контрольною ділянкою за допомогою ґрунтового бура. Вимірювання вологості на цьому полі проводили 29 серпня. Запаси вологи у ґрунті на варіантах з сидератами загалом були вищі, ніж на контролі (15 варіант без посіву сидератів).

3. *Вміст макро– і мікроелементів у ґрунті.* Зразки ґрунту відбирають на кожній ділянці та надсилають до випробувальної агрохімічної лабораторії, яка розміщена поряд – на базі кластера «Дружба–Нова». Там визначають склад гумусу, кислотність ґрунту, вміст азоту легкогідралізованого, нітратного й амонійного азоту, рухливих форм фосфору і калію. Всі результати потім відслідковуватимуться у динаміці.

¹⁵⁵⁹ АгроПолігон Кернел Сидерати. URL: <https://kurkul.com/blog/468-agropolygon-kernel-siderati-ostannya-dekada-jovtnya>.

Ділянка	Дата сівби	20 см, КПа	22,5 см, КПа	25 см, КПа	27,5 см, КПа	30 см, КПа	32,5 см, КПа	35 см, КПа	37,5 см, КПа	40 см, КПа
1	20.07.17	776	1357	1829	2835	3008	3435	5058	5040	4354
2	20.07.17	1753	3377	4088	1594	2010	4640	4067	5010	2848
3	20.07.17	1977	2335	2871	4084	4682	5065	4341	4420	4599
4	20.07.17	2041	2465	2977	4133	4858	3928	3737	3669	2318
5	20.07.17	555	530	584	957	3373	4907	4956	3745	2886
6	20.07.17	4202	2927	3522	2037	3131	3699	5424	3816	4795
7	20.07.17	1892	1744	1278	1596	2568	4031	3590	4427	4035
8	09.08.17	2048	1948	1792	2182	2175	2581	2317	2241	1942
9	09.08.17	3744	3668	3484	3867	3709	3403	2543	2130	2028
10	09.08.17	3213	3359	3295	3238	2996	3065	2338	2504	2093
11	09.08.17	3156	3396	3359	3300	3007	2562	1765	1566	1740
12	09.08.17	2043	1994	2184	2777	2895	2901	2780	2767	2977
13	09.08.17	2061	2200	2125	2955	3023	2854	2593	2152	2293
14	09.08.17	3238	3251	3182	3112	3005	2841	2240	2418	2508

Рисунок 2.101 – Щільність у варіанті дослідів з вивчення сидерації¹⁵⁶⁰

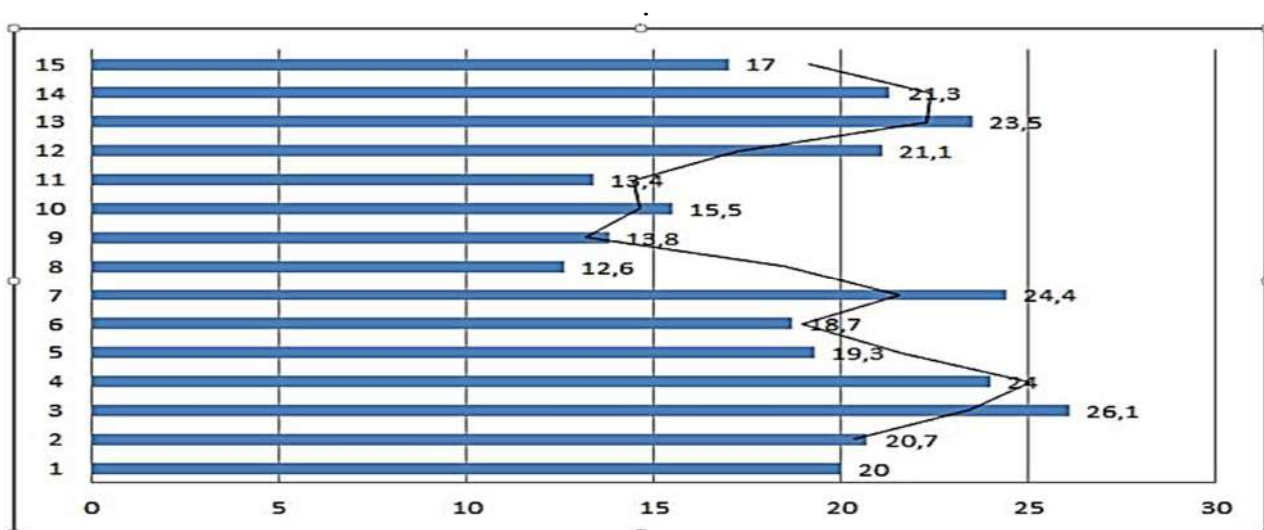


Рисунок 2.102 – Вологість ґрунту у варіанті дослідів з вивчення сидерації (Запаси води у ґрунті по сидератах у шарі 0–20 см на 30-й день після сівби (29.08.2017 р.), мм)¹⁵⁶¹

¹⁵⁶⁰ АгроПолігон Кернел Сидерати. URL: <https://kurkul.com/blog/468-agropoligon-kernel-siderati-ostannya-dekada-jovtnya>.

¹⁵⁶¹ АгроПолігон Кернел Сидерати. URL: <https://kurkul.com/blog/468-agropoligon-kernel-siderati-ostannya-dekada-jovtnya>.

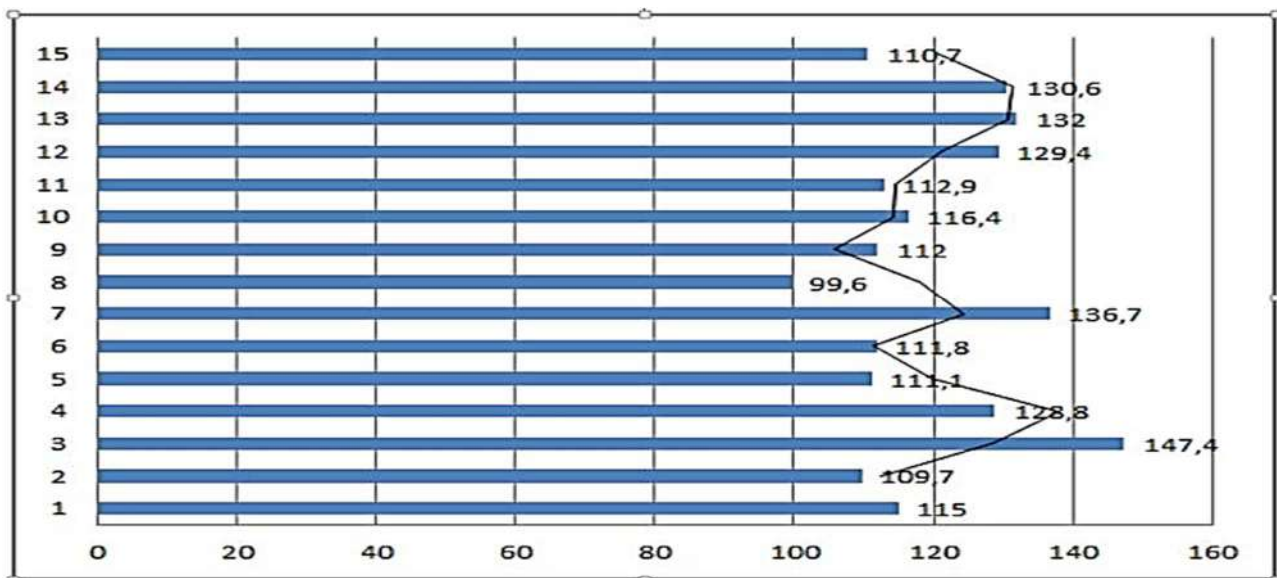


Рисунок 2.103 – Вологість ґрунту у варіанті дослідів з вивчення сидерації (паси вологи у ґрунті по сидератах у шарі 0–100 см на 30-й день після сівби (29.08.2017 р.), мм)^{*1562}

***1** – ріпак озимий 12 кг/га; **2** – ріпак ярий 8 кг/га + гречка 20 кг/га + фацелія 5 кг/га; **3** – ріпак озимий 10 кг/га + гречка 20 кг/га; **4** – ріпак ярий 10 кг/га + фацелія 5 кг/га; **5** – ріпак ярий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + фацелія 5 кг/га; **6** – ріпак озимий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + горох 80 кг/га; **7** – ріпак озимий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + соя 50 кг/га; **8** – ріпак озимий 10 кг/га + гречка 20 кг/га; **9** – ріпак ярий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + фацелія 5 кг/га; **10** – ріпак ярий 10 кг/га + фацелія 5 кг/га; **11** – ріпак ярий 10 кг/га; **12** – ріпак ярий 15 кг/га; **13** – ріпак ярий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + соя 50 кг/га; **14** – ріпак ярий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + соя 50 кг/га; **15** – контроль.

Ділянка	Сума NH ₄ +NO ₃	S	pH	Гумус	Nлг	P	K	Ca
1	3,9/8,0	10,4/9,5	5,4/6,0	2,8/2,7	58,8/63,0	35,6/28,0	109,1/96,2	2715,0/2417,0
2	4,2/30,7	15,8/19,4	4,7/4,7	2,8/3,1	58,8/75,6	54,3/62,2	123,3/154,5	2043,0/1965,0
3	3,1/43,0	20,6/29,1	5,0/4,7	3,0/3,2	54,6/91,0	43,7/76,6	118,8/192,3	2256,0/1718,0
4	4,8/61,7	14,6/37,3	4,7/4,8	2,6/3,0	56,0/88,2	77,6/64,2	145,5/237,9	2166,0/1874,0
5	4,5/12,4	16,9/17,0	4,6/4,8	3,1/2,6	56,0/65,8	47,7/56,2	128,8/155,1	1989,0/1798,0
6	4,9/9,7	13,5/17,0	5,0/5,1	3,1/3,1	60,2/56,0	50,3/57,6	153,5/188,9	2356,0/2117,0
7	4,1/25,0	19,0/16,0	5,3/5,9	2,8/3,5	54,6/75,6	44,9/72,6	178,2/463,3	2461,0/2543,0
8	4,6/33,4	15,0/20,0	5,3/5,1	2,4/3,2	63,0/82,6	48,2/66,2	162,2/219,9	2275,0/2115,0
9	3,9/23,6	21,5/34,0	4,9/5,0	3,1/2,8	61,6/78,4	54,2/56,7	172,4/125,8	2162,0/2261,0
10	3,7/19,5	14,7/17,1	5,2/5,1	3,0/3,1	57,4/71,4	51,8/46,0	145,5/110,1	2510,0/2312,0
11	4,1/23,8	14,1/20,0	4,8/4,6	3,3/3,0	63,0/81,9	49,9/75,9	128,9/183,9	2233,0/1932,0
12	3,7/21,2	13,6/20,5	5,4/4,8	3,2/2,4	60,2/75,6	39,5/52,5	130,5/108,1	2404,0/2185,0
13	3,5/23,7	9,3/21,1	5,5/4,9	2,8/3,2	71,4/75,6	33,7/46,8	106,1/100,5	2727,0/2184,0
14	4,9/21,8	10,1/18,7	5,7/5,2	2,4/3,1	70,0/67,2	37,6/41,2	162,9/128,1	2748,0/2246,0
15	3,4/27,8	9,4/33,1	5,5/5,3	2,7/2,5	70,0/82,6	32,3/42,4	102,3/101,1	2774,0/2442,0

Рисунок 2.104 – Вміст органічних речовин, pH та макроелементів у ґрунті за варіантами дослідів на 47-й день після сівби (перед зароблянням) у порівнянні з їх вмістом на 30-й день після сівби¹⁵⁶³.

¹⁵⁶² АгроПолігон Кернел Сидерати. URL: <https://kurkul.com/blog/468-agropoligon-kernel-siderati-ostannya-dekada-jovtnya>.

Ділянка	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn	B
1	230,1/204,6	1,11/0,65	38,3/24,4	0,59/0,54	13,1/12,1	0,6/0,6
2	197,7/222,6	1,01/1,12	71,5/85,2	0,80/0,92	41,9/69,5	0,3/0,3
3	232,4/194,0	1,41/0,81	58,2/74,2	0,64/0,86	22,3/77,5	0,4/0,3
4	215,5/229,8	1,66/0,99	60,0/72,9	0,66/0,85	39,0/65,1	0,3/0,3
5	179,2/196,2	1,27/0,97	62,0/71,0	0,72/0,83	40,9/52,8	0,3/0,3
6	215,1/206,3	1,47/0,86	49,8/61,2	0,59/0,74	26,5/33,4	0,4/0,4
7	215,2/224,4	1,42/1,19	42,1/45,7	0,53/0,56	15,2/14,9	0,5/0,6
8	210,5/206,0	0,95/1,15	54,7/54,1	0,57/0,60	21,6/37,1	0,4/0,4
9	204,4/227,2	1,56/0,64	57,7/60,8	0,55/0,68	28,5/40,8	0,4/0,4
10	223,2/229,7	1,10/0,62	43,2/57,0	0,52/0,65	18,3/35,9	0,5/0,4
11	198,1/214,6	1,59/0,97	67,4/82,9	0,71/0,86	36,2/71,6	0,3/0,3
12	227,9/231,3	1,45/0,92	48,0/72,9	0,54/0,83	16,8/47,4	0,3/0,3
13	222,5/236,5	0,77/0,77	36,1/68,9	0,49/0,77	11,3/38,3	0,5/0,4
14	236,3/245,0	1,66/0,92	27,7/57,1	0,43/0,67	10,3/34,2	0,6/0,4
15	216,4/219,3	1,19/0,84	28,8/51,3	0,44/0,68	11,2/36,1	0,6/0,4

Рисунок 2.105 – Вміст мікроелементів у ґрунті за варіантами дослідів на 47-й день після сів.би (перед зароблянням) у порівнянні з їх вмістом на 30-й день після сівби¹⁵⁶⁴

Ці показники дуже важливі, адже після заробляння у ґрунт і мінералізації сидератів усі макро– і мікроелементи, котрі в них містяться, переходять у мінеральну форму і використовуються наступними рослинами. При цьому посилюється мікробіологічна активність, поліпшується структура ґрунту, його поглинальна здатність і поступово збільшується вміст гумусу. В результаті підвищується родючість ґрунту та врожайність наступної культури.

4. Вміст мікроорганізмів у ґрунті. Після заробляння сидератів вони стають поживним середовищем для мікроорганізмів. Збільшення їхньої кількості свідчить про позитивні процеси, спричинені сидератами.

Ділянка	V basal	V sid	Метаболічний коефіцієнт
1	7,208,931	3,076,672	0,234
2	6,244,167	2,758,052	0,226
3	4,529,031	3211,09	0,141
4	5,333,001	3,425,162	0,156
5	4,689,825	2,812,815	0,167
6	7,584,117	3,554,601	0,213
7	4,261,041	4,336,215	0,098
8	348,387	2892,47	0,120
9	6,324,564	3051,78	0,207
10	4,984,614	3081,65	0,162
11	5,225,805	3,265,852	0,160
12	5,600,991	3,504,817	0,160
13	8,146,896	3,310,658	0,246
14	4,877,418	3240,96	0,150
15	7,048,137	3,071,693	0,229

Рисунок 2.106 – Метаболічний коефіцієнт перед зароблянням сидератів у ґрунт (18.10.2017 р.)¹⁵⁶⁵

¹⁵⁶³ АгроПолігон Кернел Сидерати. URL: <https://kurkul.com/blog/468-agropoligon-kernel-siderati-ostannya-dekada-jovtnya>.

¹⁵⁶⁴ АгроПолігон Кернел Сидерати. URL: <https://kurkul.com/blog/468-agropoligon-kernel-siderati-ostannya-dekada-jovtnya>.

Результати аналізу метаболічного коефіцієнту, здійсненого до заробляння сидератів, показують, що на той момент питома швидкість метаболізму мікроорганізмів, віднесена до одиниці біомаси до швидкості споживання субстрату культурою, була низька. Отже, мікробіологічна активність мікроорганізмів слабка і розкладання органічної речовини відбувається повільно. Метаболічний коефіцієнт у межах від 0,2 до 0,3 свідчить про сприятливий кліматичний і антропогенний вплив на органічну речовину. Це означає, що процеси гуміфікації переважатимуть над процесами дегуміфікації. При цьому зберігатиметься позитивний баланс гумусу ґрунту.

При цьому відмічається що за одну ротацію сівозміни ми й не розраховуємо на значний стрибок у якості ґрунту. Але попередні випробування показали, що завдяки цій технології можна підвищити урожайність основної культури, зокрема кукурудзи, до 20%. Водночас безпосередні зміни ґрунту, його збагачення – це тривалий процес. Наприклад, в Австрії за 30 років активного використання сидератів вдалося збільшити вміст гумусу на 0,5%. І це дуже добрий результат. Натомість в Україні за останні 20 років його вміст зменшився на 0,3–0,4% і становить за оптимістичними даними у середньому 3,1%.

Ділянка	Культури і норма висіву	Дата сівби	Визначення ваги сидератів з 1 кв. м на 30-й день після сівби (29.08.2017 р.), кг/кв. м	Визначення ваги сидератів з 1 кв. м перед зароблянням у ґрунт (18.10.2017 р.), кг/кв. м
1	Ріпак озимий 12 кг/га	20.07.2017	0,40	0,49
2	Ріпак ярий 8 кг/га + гречка 20 кг/га + фацелія 5 кг/га	20.07.2017	0,59	1,2
3	Ріпак озимий 10 кг/га + гречка 20 кг/га	20.07.2017	0,29	0,99
4	Ріпак ярий 10 кг/га + фацелія 5 кг/га	20.07.2017	0,39	0,62
5	Ріпак ярий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + фацелія 5 кг/га	20.07.2017	0,38	0,69
6	Ріпак озимий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + горох 80 кг/га	20.07.2017	0,40	0,42
7	Ріпак озимий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + соя 50 кг/га	20.07.2017	0,36	0,53
8	Ріпак озимий 10 кг/га + гречка 20 кг/га	09.08.2017		0,37
9	Ріпак ярий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + фацелія 5 кг/га	09.08.2017		0,5
10	Ріпак ярий 10 кг/га + фацелія 5 кг/га	09.08.2017		0,25
11	Ріпак ярий 10 кг/га	09.08.2017		0,2
12	Ріпак ярий 15 кг/га	09.08.2017		0,5
13	Ріпак ярий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + соя 50 кг/га	09.08.2017		0,56
14	Ріпак ярий 8 кг/га + гречка 25 кг/га + горох 80 кг/га	09.08.2017		0,57
15	Контроль	10.08.2017		-

Рисунок 2.107 – Біометричні показники посівів сидератів¹⁵⁶⁶.

¹⁵⁶⁵ АгроПолігон Кернел Сидерати. URL: <https://kurkul.com/blog/468-agropoligon-kernel-siderati-ostannya-dekada-jovtnya>.

¹⁵⁶⁶ АгроПолігон Кернел Сидерати. URL: <https://kurkul.com/blog/468-agropoligon-kernel-siderati-ostannya-dekada-jovtnya>.

Спеціальний агрегат заробляє всю цю біомасу у ґрунт. Під час цього трактор проходив кожну смугу, рухаючись під кутом 10 градусів. Це агрегат Väderstad Top Down TD–500 зі стрічатими лапами, яким ми також можемо виконати локальне внесення добрив, але сьогодні для чистоти досліду цього не робили. По суті, це мініатюра більш широкозахватного та високопродуктивного агрегату Case IH 870 Ecolo Tiger, який зараз працює на виробництві на великих площах. Окрім заробляння сидератів, він також здійснює рихлення ґрунту на глибину до 25–35 см, згідно даних про ущільнення ґрунту, з метою руйнування «плужної підшви.

На другій частині поля, на якій розміщені експериментальні ділянки, було закладено ще один дослід, де було посіяно монокультуру озимого ріпаку – також як сидерат. Але його заробляння планується у більш пізні терміни. У випадку різкого зниження температур (заморозків), вищевказані посіви будуть свого роду кулісою для затримання снігу і накопичення продуктивної вологи у ґрунті. Навесні здійснять пряме висівання наступної культури. Нам також пощастило побачити процес обробки гербіцидом цього поля з сидератом.

Вплив сидерату та способів основного обробітку ґрунту також вивчали¹⁵⁶⁷.
Схема польового досліду включала такі варіанти основного обробітку ґрунту:

1. Полицева оранка на глибину 28–30 см (контроль);
2. Безполицевий обробіток на глибину 28–30 см (комбінованим агрегатом КЛД–3,0);
3. Безполицевий обробіток на глибину 13–15 см (дисковою бороною БДТЗ);
4. Безполицевий обробіток на глибину 6–8 см (комбінованим агрегатом АГ2,4).

Ефективність способів основного обробітку ґрунту вивчали на двох фонах: – сидеральному (післяжнивний посів редьки олійної) та безсидеральному (повернення в ґрунт післяжнивних і кореневих решток пшениці озимої). У післяжнивному посіві на сидерат використовували редьку олійну, оскільки ця культура за таких умов найпродуктивніша: низька норма висіву, невисока вартість насіння, швидке нарощування фітомаси й здатність вегетувати, не ушкоджуючись осінніми заморозками. За період досліджень у післяжнивних посівах редька олійна сформувала врожай сидеральної фітомаси 30 т/га, в тому числі 25,3 т/га вегетативної маси і 4,7 т/га кореневої. За такого врожаю та вмісту вологи у сидераті 81,8 % на час його заробки на 1 га площі припадало в середньому 5,46 т/га сухої удобрювальної органічної маси. Використання післяжнивного сидерату, як і проведення основного обробітку ґрунту,

¹⁵⁶⁷ Гудзь В.П., Міщенко Ю.Г., Прасол В.І., Муха Л.В. Вплив сидерату і способів основного обробітку ґрунту на об'ємну масу та водоспоживання посівів картоплі. Наукові доповіді НУБіП» 2011-7 (23) http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11krbcsp.pdf.

безпосередньо впливало на щільність ґрунту під посівами картоплі. Так, на фоні сидерату об'ємна маса орного шару ґрунту значно зменшувалася – у середньому на 0,04 г/см³ при проведенні як безполицевого обробітку, так і оранки (табл. 2.152).

Таблиця 2.152

Вплив способів основного обробітку та сидерального фону на об'ємну масу в 0–30 сантиметровому шарі ґрунту при вирощуванні картоплі, г/см³ (середнє за 2006–2009 рр.)¹⁵⁶⁸.

Органічні добрива (фактор А)	Способи основного обробітку ґрунту (фактор В)				Середнє для фактора А	+, –
	оранка на глибину 28–30 см	безпо-лицевий на глибину 28–30см	безполи-цевий на глибину 13–15 см	безполи цевий на глибину 6–8 см		
Без сидерату	1,20	1,18	1,21	1,21	1,20	–
Післяжнивний сидерат	1,15	1,13	1,17	1,18	1,16	–0,04
Середнє фактора В	1,17	1,16	1,19	1,20		
Різниця	–	–0,018	0,014	0,024		
НІР ₀₅ загальна = 0,017, фактора А = 0,009, фактора В = 0,012						

При заміні оранки глибоким безполицевим обробітком об'ємна маса оброблюваного 0–30-сантиметрового шару ґрунту також помітно зменшувалася. Безполицевий обробіток на глибину 13–15 і 6–8см зумовлював зростання щільності ґрунту порівняно з оранкою. На зміну об'ємної маси 0–30-сантиметрового шару ґрунту найбільшою мірою впливало використання післяжнивного сидерату – 36,2% та погодні умови року – 36 %.

Розрахунки свідчать, що зростання об'ємної маси призводить до зменшення кількості вологи в ґрунту. Більшому запасу продуктивної вологи в орному шарі ґрунту в посівах картоплі сприяло зароблення в ґрунт сидерату, порівняно із загортанням лише кореневих і стерньових решток пшениці озимої (табл. 2.153, рис. 2.108).

Вплив способів обробітку ґрунту під картоплю був удвічі меншим від застосованого сидерату – 7, 1%. Найменше на формування врожаю картоплі впливала взаємодія сидерату й основного обробітку ґрунту – близько 1%.

¹⁵⁶⁸ Гудзь В.П., Міщенко Ю.Г., Прасол В.І., Муха Л.В. Вплив сидерату і способів основного обробітку ґрунту на об'ємну масу та водоспоживання посівів картоплі. Наукові доповіді НУБіП» 2011-7 (23) http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11krbcsp.pdf.

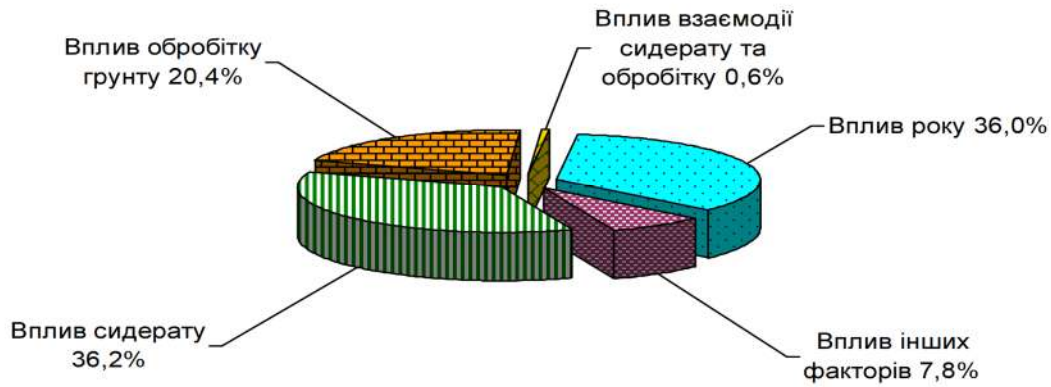


Рисунок 2.108 – Частка впливу факторів на об'ємну масу 0–30 – сантиметрового шару ґрунту при вирощуванні картоплі, % (середнє за 2006–2009 рр.)¹⁵⁶⁹

Таблиця 2.153

Витрати води та коефіцієнт водоспоживання посівів картоплі (середнє за 2006–2009 рр.)¹⁵⁷⁰

Варіант дослідження		Запаси продуктивної води 0–100-сантиметровому шарі ґрунту, мм		Опади за період вирощування, мм	Сумарне водоспоживання, мм/га	Коефіцієнт водоспоживання
		на час садіння	на час збирання			
Оранка на глибину 28–30 см	Без сидерату	87,2	58,0	255,5	284,8	10,4
	Післяжнивний сидерат	91,1	61,6		285,1	8,9
Безполицевий обробіток на глибину 28–30 см	Без сидерату	90,4	61,5		284,4	10,4
	Післяжнивний сидерат	94,0	65,4		284,0	8,3
Безполицевий обробіток на глибину 13–15 см	Без сидерату	88,7	59,3		284,9	11,4
	Післяжнивний сидерат	92,0	62,5		285,0	9,5
Безполицевий обробіток на глибину 6–8 см	Без сидерату	91,3	61,5		285,3	11,9
	Післяжнивний сидерат	94,8	64,9		285,4	10,1

¹⁵⁶⁹ Гудзь В.П., Міщенко Ю.Г., Прасол В.І., Муха Л.В. Вплив сидерату і способів основного обробітку ґрунту на об'ємну масу та водоспоживання посівів картоплі. Наукові доповіді НУБіП» 2011-7 (23) http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11krbcsp.pdf.

¹⁵⁷⁰ Гудзь В.П., Міщенко Ю.Г., Прасол В.І., Муха Л.В. Вплив сидерату і способів основного обробітку ґрунту на об'ємну масу та водоспоживання посівів картоплі. Наукові доповіді НУБіП» 2011-7 (23) http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11krbcsp.pdf.

Разом з тим оптимальною для початкових стадій розвитку переважної більшості культур дослідники пропонують вважати величину твердості ґрунту в межах 5–8 кг/см²¹⁵⁷¹. Надалі в міру розвитку рослин та їх кореневих систем величина твердості в 20–25 кг/см² розглядається як цілком допустима. В той же час для коренеплодів та овочевих культур є неприйнятною така підвищена твердість ґрунту, а її оптимальні параметри мають не перевищувати 5–10 кг/см²¹⁵⁷². Верхньою межею твердості ґрунту, після котрої погіршуються умови розвитку культур, прийнято вважати 5–6 кг/см² – для картоплі¹⁵⁷³.

Таким чином, твердість ґрунту має велике значення для росту і розвитку сільськогосподарських культур і особливо їх кореневих систем. Висока твердість створює для рослин несприятливі умови, оскільки в ґрунтах, що характеризуються значною твердістю, порушуються водний, повітряний і біологічний режими, що в кінцевому підсумку негативно позначається на формуванні вирощуваного врожаю.

Оптимізації параметрів твердості ґрунту сприяє біологічне та механічне його розпушування. При цьому слід враховувати, що дія біологічного розпушування більш тривала і в значній мірі залежить від виду органічного удобрення. Вплив біологічного розпушування не обмежується лише поверхневим 0–10 см шаром, воно охоплює нижні горизонти. Проміжні культури, особливо зі стрижневою кореневою системою, здатні розпушувати плужну підоснову і ущільнені сліди від проходів тракторів та інших машин, що знижує тяговий опір ґрунтообробних машин і знарядь¹⁵⁷⁴.

Встановлено, що сидеральні культури покращують якість ґрунту, а саме накопичення органічного вуглецю та структуру ґрунту, підвищується мікробіологічна діяльність, покращується поживний режим.

Сидеральні культури у полях з картоплею застосовуються і як післяжнивні і у міжряддях. У літній сезон покривні культури запобігають прояву водної та вітрової ерозії, регулюють температурний режим на поверхні ґрунту, зберігають вологу на 5–10% та збільшують врожай бульб. Доведено, і сидерація і мульчування соломною, окрім вже згаданих впливів, пригнічує розвиток бур'янів^{1575 1576}.

Науково–обґрунтоване чергування культур може забезпечити зберігання вологи у ґрунті, зменшення твердості та щільності ґрунту, підвищення ємності

¹⁵⁷¹ Медведєв В.В. Твердость почв. Харьков. «Городская типография», 2009, 152 с.

¹⁵⁷² Ревякин Ю.Ю. Применение плотномера Горячина для контроля качества обработки почвы. ТСХА. 1956. 12, С. 11-14.

¹⁵⁷³ Медведєв В.В. Твердость почв. Харьков. «Городская типография», 2009, 152 с.

¹⁵⁷⁴ Bussoher W.J., Frederick J.R., Baner B.J. Timing effects of deep tillage on penetration resistance and wheat and soybean yield. Soil Sci. Soc. Amer. J. 2000. 64(3), P. 999-1003.

¹⁵⁷⁵ Lychuk T.E. Crusting and sealing as soil degradation processes in North-Western Region of Ukraine: formation reasons and prevention methods / Proceedings of the 18th World Congress of Soil Science. Philadelphia, USA. 2006, P. 14.

¹⁵⁷⁶ Nowroz F., Roy T., Haque M., Ferdous J., Noor R., Mondal G. 2021. Yield and Grading of Potato (*Solanum tuberosum* L.) as Influenced by Different Mulch Materials. Agrotechniques in Industrial Crops, 1(1), 1-10.

поглинання та інші властивості ґрунту. Неправильно підібраний попередник може стимулювати розмноження поширених патогенів і може впливати на відносний дефіцит поживних речовин. В органічному землеробстві іноді надто інтенсивний обробіток ґрунту нівелює ефект сидеральних культур та застосування гною щодо впливу їх на фізичні показники ґрунту¹⁵⁷⁷.

Вплив сидератів на зменшення об'ємної щільності та збільшення пористості доведено і литовськими вченими¹⁵⁷⁸. Тому перспективним напрямом вирішення проблеми зростання твердості чорнозему типового ми вбачаємо у збагаченні ґрунту свіжою органічною речовиною післязривних сидератів.

Вивчення дії післязривних сидератів на середовище чорнозему типового та ефективність їх дії вивчали в умовах Лівобережного Лісостепу на дослідному полі Сумського НАУ протягом 2017–2021 років¹⁵⁷⁹. Післязривні сидерати висівали в першу декаду серпня, а заорювання їх маси – в кінці третьої декади жовтня. Технологія вирощування картоплі була загальноприйнятою для зони Лівобережного Лісостепу України.

За роки наших досліджень було встановлено, що вирощування післязривних сидератів сприяло істотному зменшенню твердості 0–30 см шару ґрунту. Серед досліджуваних сидератів найменшу твердість 0–30 см шару ґрунту мали під посівами редьки олійної в усі роки досліджень – 10,9–16,8 кг/см².

До даного варіанту несуттєво різнилася твердість ґрунту при вирощуванні фацелії пижмолистої (10,4–17,4 кг/см²). Порівняно з варіантом редьки олійної, зменшення твердості спостерігали в 0–10 см ґрунтовому шарі на 0,5 кг/см², а зростання – в нижніх горизонтах на 0,3 та 0,6 кг/см². Така закономірність обумовлено мичкуватим типом кореневої системи фацелії з переважно поверхневим її поширенням. Відповідно у верхньому 0–10 см шарі ґрунту на варіанті вирощування сидерату з фацелії мали найвищу частку впливу кореневої маси на зміну твердості ґрунту – 79,6%.

В нижніх ґрунтових горизонтах частка впливу кореневої маси була більшою на 17,5–27,6% при вирощуванні редьки олійної, що мала стрижневу кореневу систему здатну розпушувати більш глибокі горизонти.

В цілому частка впливу кореневої маси на зміну твердості 0–30 см шару ґрунту як на варіанті редьки, так і фацелії була досить високою – 74,6–78,1%. Отримання частки впливу кореневої маси на рівні 27,6% обумовило вирощування сидеральної гречки. Це зумовлено тим, що на даному варіанті біологічне розпушування ґрунту відбувалося значно слабше через малу

¹⁵⁷⁷ Zahradnijek J., Beran P., Pulkrabek J., Svachula V., Famera P., Scoller J., Chochova J. The effect of physical soil properties on metabolism and technological quality of sugar beet. *Rosl. Vyroba*. 2001. 1, pp. 23-27.

¹⁵⁷⁸ Mishchenko Y.H., Zakharchenko E.A. 2019. The effect of green manures on weediness of sugar beet. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*. 4 (38), pp. 41-49.

¹⁵⁷⁹ Міщенко Ю.Г., Крючко Л.В., Скрипка К.О., Костюк В.В., Базиль Д.В. Вплив сидератів на структуру та щільність ґрунту. *Multidisciplinary academic notes. Science research and practice*. URL: <https://books.google.nl/books?id=CKRsEAAAQBAJ&pg=PA27&lpg=PA27&dq>.

кореневу масу сидеральної гречки. Відповідно твердість ґрунтових горизонтів кореневмісного 0–30 см шару під посівами сидеральної гречки була істотно меншою на 0,7–2,6 кг/см², порівняно з іншими варіантами досліджуваних сидератів.

Проведений нами кореляційний аналіз показав, що між зміною твердості ґрунту та кількістю кореневої маси мали зворотній зв'язок середньої сили. При цьому найменша величина коефіцієнта кореляції спостерігалася на варіанті вирощування сидеральної гречки ($r = -0,41$), а найбільша – на варіанті сидеральної редьки ($r = -0,61$).

Таким чином, обліки твердоті ґрунтових горизонтів на час заорювання післяжнивних сидератів показали, що зменшенню даного показника в найбільшій мірі сприяє вирощування редьки олійної. Визначення твердості ґрунтових горизонтів під посівами картоплі показало, що застосування післяжнивних сидератів та гною істотно зменшувало досліджуваний показник порівняно з контролем.

Найнижчі показники твердості ґрунтових горизонтів при вирощуванні тестових культур спостерігали на варіанті застосування сидеральної редьки – 3,015,9 кг/см². Даний варіант мав суттєву перевагу над застосуванням сидеральної гречки, де відповідно спостерігали найвищі показники твердості ґрунту – 4,417,4 кг/см², серед досліджуваних варіантів органічного удобрення.

Застосування сидеральної фацелії, порівняно з сидеральною редькою, призводило до незначного зростання твердості ґрунту, абсолютна величина якої була на рівні варіанту внесення 25 т/га гною – 4,1–15,8 кг/см².

Аналізуючи усереднені показники твердості ґрунту слід відмітити, що найбільш оптимальними вони були для картоплі на варіантах застосування органічних добрив. Так, на початку вирощування буряків цукрових та картоплі по фоні даних добрив твердість ґрунту у верхньому 0–10 см шарі не виходила за оптимальні межі і відповідно становила 3,0–4,4 кг/см². Близькою до рівня оптимальної межі для буряків цукрових також спостерігалася твердість ґрунту в шарі 10–20 см після сидеральної редьки – 7,0 кг/см² та 25 т/га гною – 7,9 кг/см².

В інших випадках на варіантах вирощування картоплі показники твердості ґрунту були вищі оптимальних значень, однак до них найбільше наближались після застосування сидеральної редьки.

Загалом же при аналізі усереднених даних відмічено збільшення твердості ґрунту як із зростанням глибини обліку, так і часу його проведення.

Зокрема, твердість орного 0–30 см шару ґрунту збільшувалася від садіння картоплі і до середини її вегетації на 1,2–2,3 кг/см², а до часу збирання – на 2,5–3,0 кг/см². При цьому за вирощування картоплі на фоні сидеральної редьки визначено найнижчі показники твердості всього 0–30 см шару ґрунту – 6,9–11,7 кг/см².

При вирощуванні картоплі твердість 0–30 см шару ґрунту знаходилася в оптимальних межах лише на час садіння на варіанті сидеральної редьки.

Таким чином, серед досліджуваних сидеральних культур редька олійна забезпечувала найбільш сприятливі параметри твердості ґрунту для вирощування картоплі.

За результатами кореляційного та регресійного аналізу нами було визначено вплив фітомаси сидеральних культур на зміну твердості ґрунту при вирощуванні картоплі. Між твердістю орного шару і сидеральною масою редьки олійної та фацелії виявлено зворотні залежності сильного зв'язку – $r = -0,84$, – $0,86$. На варіанті сидеральної гречки також виявлено зворотню залежність, але середньої сили ($r = -0,62$). При цьому частка впливу фітомаси на зміну твердості ґрунту на варіантах сидеральної редьки та фацелії становила 71 і 75%, а при застосуванні гречки – 39%.

Аналіз регресійної залежності показав, що збільшення на 1 т надходження в ґрунт удобрювальної фітомаси забезпечувало зниження його твердості на $0,090,34 \text{ кг/см}^2$ залежно від виду сидерату.

На твердість ґрунту окрім органічних добрив також значний вплив здійснює його вологість, яку ми відображали через запаси продуктивної вологи. Нами було встановлено зворотній зв'язок між твердістю ґрунту і вмістом продуктивної вологи середньої сили на варіантах застосування сидератів і гною, де коефіцієнт кореляції (r) був в межах від $-0,47$ до $-0,64$.

На варіантах вирощування картоплі без внесення добрив між твердістю і запасами продуктивної вологи встановлено тісний зворотній зв'язок – $r = -0,74$. Встановлені залежності підтверджують позитивну дію сидеральної редьки олійної як чинника біологічного розпушення ґрунту. Адже саме на даному варіанті зменшення запасів продуктивної вологи мало найменшу частку впливу – 22% на зростання твердості ґрунту.

В той час, як на фоні інших сидератів та гною дана частка впливу зростала до 27–41%, а на контролі без внесення органічних добрив – до 54%. Найбільш позитивний вплив сидеральних культур редьки олійної та фацелії пижмолистої на зменшення твердості чорнозему типового відобразився у формуванні найвищих врожаїв картоплі.

Найбільш високий урожай бульб картоплі отримали на ділянках з найнижчою твердістю ґрунту, де застосовували в якості післяжнивного сидерату редьку олійну, далі за низхідною були варіанти з гноєм, фацелією і гречкою.

Таким чином, застосування сидеральних культур сприяло тривалому збереженню низької твердості оброблювального шару ґрунту 0–30 см що відповідно покращувало агрофізичні умови вирощування рослин і, як наслідок цього, суттєво підвищувало урожай картоплі.

Доведена ефективність сидерації і у регулюванні рівня забур'яненості агроценозів. Так цей факт підтверджено у дослідженнях поведених протягом 2016–2019 рр. на дослідних полях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України¹⁵⁸⁰. Вивчались: Фактор А

¹⁵⁸⁰ Вожегова Р.А., Малярчук А.С., Котельников Д.І., Резніченко Н.Д. Забур'яненість пшениці озимої за мінімізованої та нульової систем основного обробітку ґрунту, вдобрення та сидерації. Аграрні інновації. 2020. № 4. С. 5-9.

(система основ–ного обробітку ґрунту): 1) диференційована система основного обробітку ґрунту (контроль), яка передбачає оранку від 20–22 см до 28–30 см під просапні культури та дискове розпушу–вання на 12–14 см під озимі зернові; 2) безполицева мілка одноглибинна система основ–ного обробітку ґрунту, яка передбачає дискове розпушування на 12–14 см під усі культури сівозміни; 3) система безполицевого різноглибинного обро–бітку, яка передбачає чизельний обробіток на 28–30 см під просапні культури та на 23–25 см під озимі зернові культури; 4) нульова система основного обробітку із сівбою спе–ціальними сівалками в попередньо необроблений ґрунт.

Дослідження проводились на фоні органо–мінераль–них систем удобрення з різними дозами внесення мінеральних добрив (Фактор В): 1) органо–мінеральна система вдобрення з унесенням $N_{90}P_{40}$ + післяжнивні рештки та використанням сидеральної культури; 2) органо–мінеральна система вдобрення з уне–сенням $N_{105}P_{40}$ + післяжнивні рештки та використанням сидеральної культури; 3) органо–мінеральна система вдобрення з унесенням $N_{120}P_{40}$ + післяжнивні рештки та використанням сидеральної культури; 4) органо–мінеральна система вдобрення з унесен–ням $N_{120}P_{40}$ + післяжнивні рештки.

Встановлено¹⁵⁸¹, що що використання сидеральної культури в сівозміні зменшує кількість бур'янів. На одному фоні мінерального жив–лення в середньому за фактором В на варіанті без засто–сування сидерата забур'яненість складала 28 шт./м² за вегетативної маси 18,5 г/м², що більше (порівняно з варіантом $N_{120}P_{40}$ + сидерат) на 21,7% за кількістю та в 2,4 раза за вегетативною масою (табл.). Також слід указати на вплив системи вдобрення на кількість бур'янів у посівах пшениці озимої. Так, застосування органо–мінеральної системи удобрення $N_{90}P_{40}$ + сидерат сформувало 18 шт./м² за вегетативної маси 16,7 г/м². Покращення азотного живлення збіль–шило кількість бур'янистих рослин за системи $N_{105}P_{40}$ + сидерат до 35 шт./м², а за $N_{120}P_{40}$ + сидерат – до 23 шт./м² за умов накопичення вегетативної маси 12,1 г/м² та 7,7 г/м² відповідно.

При цьому, за системи удобрення $N_{90}P_{40}$ + сидерат у середньому за фактором В урожайність сформувалась на рівні 5,63 т/га, збільшення дози до $N_{105}P_{40}$ + сидерат збільшило врожайність до 5,93 т/га за умов $НІР05(В) = 0,14$ т/га, або на 5,3%, а най–більша врожайність (6,67 т/га) сформувалась за варіанта $N_{120}P_{40}$ + сидерат та більше на 18,6% (порівняно з контролем).

Результати досліджень дають змогу стверджувати, що застосування сидерації в технології вирощування збільшують урожайність пшениці озимої. Так, на одному фоні мінерального живлення без сидерації в середньому за фактором В урожайність становила 5,83 т/га, тоді як із її використанням – 6,67 т/га, що більше на 14,4% (табл. 2.154-2.155).

¹⁵⁸¹ Вожегова Р.А., Мальярчук А.С., Котельников Д.І., Резніченко Н.Д. Забур'яненість пшениці озимої за мінімізованої та нульової систем основного обробітку ґрунту, вдобрення та сидерації. Аграрні інновації. 2020. № 4. С. 5-9.

Таблиця 2.154

Забур'яненість посівів озимої пшениці за різних систем основного обробітку ґрунту, вдобрення та сидерації за 2016–2019 рр.¹⁵⁸²

Система основного обробітку ґрунту (А)	Доза добрив (В)									
	N ₉₀ P ₄₀ +сидерат		N ₁₀₅ P ₄₀ +сидерат		N ₁₂₀ P ₄₀ +сидерат		N ₁₂₀ P ₄₀		У середньому за фактором А	
	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
Диференційована (дисковий обробіток 12–14 см)	10	28,6	15	14,6	9	10,8	15	19,7	12	18,4
Мілка одноглибинна (дисковий обробіток 12–14 см)	21	9,4	52	10,7	34	7,1	34	38,8	35	16,5
Різноглибинна безполи–цева (чизельний обробіток 23–25 см)	19	3,3	38	5,2	18	3,0	18	4,2	23	3,9
Нульовий обробіток	21	25,6	36	17,8	31	9,7	46	10,3	33	15,9
У середньому за фактором В	18	16,7	35	12,1	23	7,7	28	18,5		
НІР ₀₅ (А)=1,0 шт./м ² ; 1,5 г/м ²					НІР ₀₅ (В)= 1,4 шт./м ² ; 1,8 г/м ²					

Таблиця 2.155

Врожайність озимої пшениці за різних систем основного обробітку ґрунту, вдобрення та сидерації за 2016–2019 рр.¹⁵⁸³

Система основного обробітку ґрунту (А)	Доза добрив (В)				
	N ₉₀ P ₄₀ +сидерат	N ₁₀₅ P ₄₀ +сидерат	N ₁₂₀ P ₄₀ +сидерат	N ₁₂₀ P ₄₀	У середньому за фактором А
Диференційована (дисковий обробіток 12–14 см)	6,10	6,35	6,83	5,87	6,29
Мілка одноглибинна (дисковий обробіток 12–14 см)	6,04	6,16	7,00	6,42	6,41
Різноглибинна безполи–цева (чизельний обробіток 23–25 см)	5,85	6,00	7,01	5,45	6,08
Нульовий обробіток	4,51	5,19	5,85	5,59	5,29
У середньому за фактором В	5,63	5,93	6,67	5,83	
НІР ₀₅ (А)=0,35 т/га			НІР ₀₅ (В)= 0,14 т/га		

¹⁵⁸² Вожегова Р.А., Мальярчук А.С., Котельников Д.І., Резніченко Н.Д. Забур'яненість пшениці озимої за мінімізованої та нульової систем основного обробітку ґрунту, вдобрення та сидерації. Аграрні інновації. 2020. № 4. С. 5-9.

¹⁵⁸³ Вожегова Р.А., Мальярчук А.С., Котельников Д.І., Резніченко Н.Д. Забур'яненість пшениці озимої за мінімізованої та нульової систем основного обробітку ґрунту, вдобрення та сидерації. Аграрні інновації. 2020. № 4. С. 5-9.

Підтверджена ефективність сидерації у зниженні чисельності бур'янів і на посівах буряків цукрових¹⁵⁸⁴. Автори дослідження відмічають, що зелене добриво сприяє пригніченню бур'янів поширених в посівах буряків цукрових, в тому числі і стійких до гербіцидів, яких за останнє десятиліття у світі визначено понад 194 видів, серед яких дводольних – 114, а злакових – 80¹⁵⁸⁵.

За щільно розвиненого покриву зеленої маси сидератів бур'яни пригнічуються в рості й розвитку, та не формують достиглого насіння^{1586 1587 1588}.

Рослинна мульча хрестоцвітих сидератів прикриває ґрунт від сонячних променів, що є активаторами процесу проростання певних груп бур'янів, та здійснює алелопатичне пригнічення на проростання однорічних бур'янів^{1589 1590}, що зменшує потребу у використанні гербіцидів. За загортання фітомаси сидерату культурні рослини швидше нарощують фітомасу, що посилює їх конкурентоздатність до бур'янів, за рахунок поліпшення агрохімічного, агрофізичного та мікробіологічного стан чорнозему типового.

Дослідження здійснювали в короткоротаційній сівозміні: горох – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь. До схеми удобрення буряків цукрових було включено:

- Контроль (загортання лише післяжнивних решток пшениці озимої);
- Післяжнивний сидерат редьки олійної;
- Післяжнивний сидерат фацелії пижмолистої;
- Післяжнивний сидерат гречки посівної;
- Загортання 25 т/га гною;
- Загортання мінерального добрива N₁₂₅P₆₃K₁₅₀.

Перед сівбою сидератів здійснювали поверхнєве лущення на 4–6 см. Після заорювання зелених добрив в наступних 2001–2006 роках вирощували буряки цукрові (гібрид Уманський ЧС–97) згідно рекомендованих для зони розташування досліду технологій

Серед післяжнивних посівів сидератів, порівняно з контролем без сидерату, за редьки олійної встановлено найнижчу кількість бур'янів – 4,8

¹⁵⁸⁴ Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяжвної сидерації на забур'яненість буряків цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

¹⁵⁸⁵ Online database: Heap, I. (2010). Herbicide resistant weeds summary table. The international survey of herbicide resistant weed. [Electronic resource]. Access mode: <http://www.weedscience.com>. Accessed 21.

¹⁵⁸⁶ Holm, L. G., Plucknett D. L., Pancho J. V., & Herberger, J. P. (1977). The world's worst weeds: Distribution and biology. Honolulu, University press of Hawaii. doi.10.1086/410688

¹⁵⁸⁷ Haramoto, E. R., & Gallandt, E. R. (2004). Brassica cover cropping for weed management: A review. *Renewable agriculture and food systems*, 19, 187–198.

¹⁵⁸⁸ Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V., & Chauhan, B. S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*, 72, 57–65.

¹⁵⁸⁹ Brust, J., Claupein, W., & Gerhards, R. (2014). Growth and weed suppression ability of common and new cover crops in Germany. *Crop Protection*, 63, 1–8.

¹⁵⁹⁰ Didon, U. M., Kolseth, A.-K., Widmark, D., & Persson, P. (2014). Cover crop residues-effects on germination and early growth of annual weeds. *Weed Science*, 62, 294–302.

шт./м² та їх масу – 28,1 г/м², що на 73 і 81 % відрізнялося від контролю без сидерату, де загальна чисельність бур'янів визначено на рівні 17,8 шт./м², а біомасу – 150 г/м² (табл. 2.156). За фацелії пижмолистої встановлено менше зниження кількісної забур'яненості – на 64 %, і вагової – на 51 %, порівняно з контролем, а найменше – за гречки посівної – відповідно 39 і 51 %.

Таблиця 2.156

Кількість та маса бур'янів перед заорюванням післяжнивних сидератів, середнє за 2000–2004 рр.¹⁵⁹¹

Варіант	Кількість бур'янів, шт./м ²					Маса бур'янів, г/м ²				
	біологічні групи бур'янів				всього	біологічні групи бур'янів				всього
	ярі ранні	ярі пізні	зимуючі	багаторічні		ярі ранні	ярі пізні	зимуючі	багаторічні	
Без сидерату (контроль)	9,0	5,6	1,6	1,6	17,8	65,2	53,0	25,4	6,2	150
Післяжнивний сидерат редьки олійної	2,6	1,8	0,2	0,2	4,8	12,8	12,7	2,2	0,4	28,1
Післяжнивний сидерат фацелії пижмолистої	3,6	2,2	0,2	0,4	6,4	21,8	15,0	2,4	1,6	40,8
Післяжнивний сидерат гречки посівної	5,2	4,0	0,8	0,8	10,8	29,8	30,6	10,0	3,0	73,4
НІР ₀₅	1,7	1,3	3,4	0,7	3,4	11,1	12,0	9,1	2,7	26,5

Посіви зелених добрив найпомітніше знижували, порівняно з контролем (без сидерату), забур'яненість однорічними ярими бур'янами, які, порівняно із зимуючими й багаторічними, були найпоширенішими. Так, у посівах сидератів чисельність ярих ранніх бур'янів зменшувалась на 3,8–6,4 шт./м², а ярих пізніх – на 1,6–3,8 шт./м². Їх маса різнилась до контролю без сидерату – відповідно на 35,452,4 г/м² і на 15,4–23,2 г/м². Суттєвим встановлено зниження вагової забур'яненості за рахунок зимуючих бур'янів – на 15,4–23,2 г/м² і багаторічних – на 3,2–5,8 г/м², а кількісної – лише за багаторічних – на 0,8–1,4 шт./м². Сидерат редьки олійної найбільше пригнічував сходи й подальший ріст і розвиток бур'янів завдяки найщільнішому покриву зеленої маси. Саме тут встановлено найсильніший зворотній зв'язок між надземною масою сидерату і кількістю бур'янів – $r = -0,55$ та їх масою – $r = -0,56$ (рис. 2.109).

¹⁵⁹¹ Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяжнивної сидерації на забур'яненість буряків цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

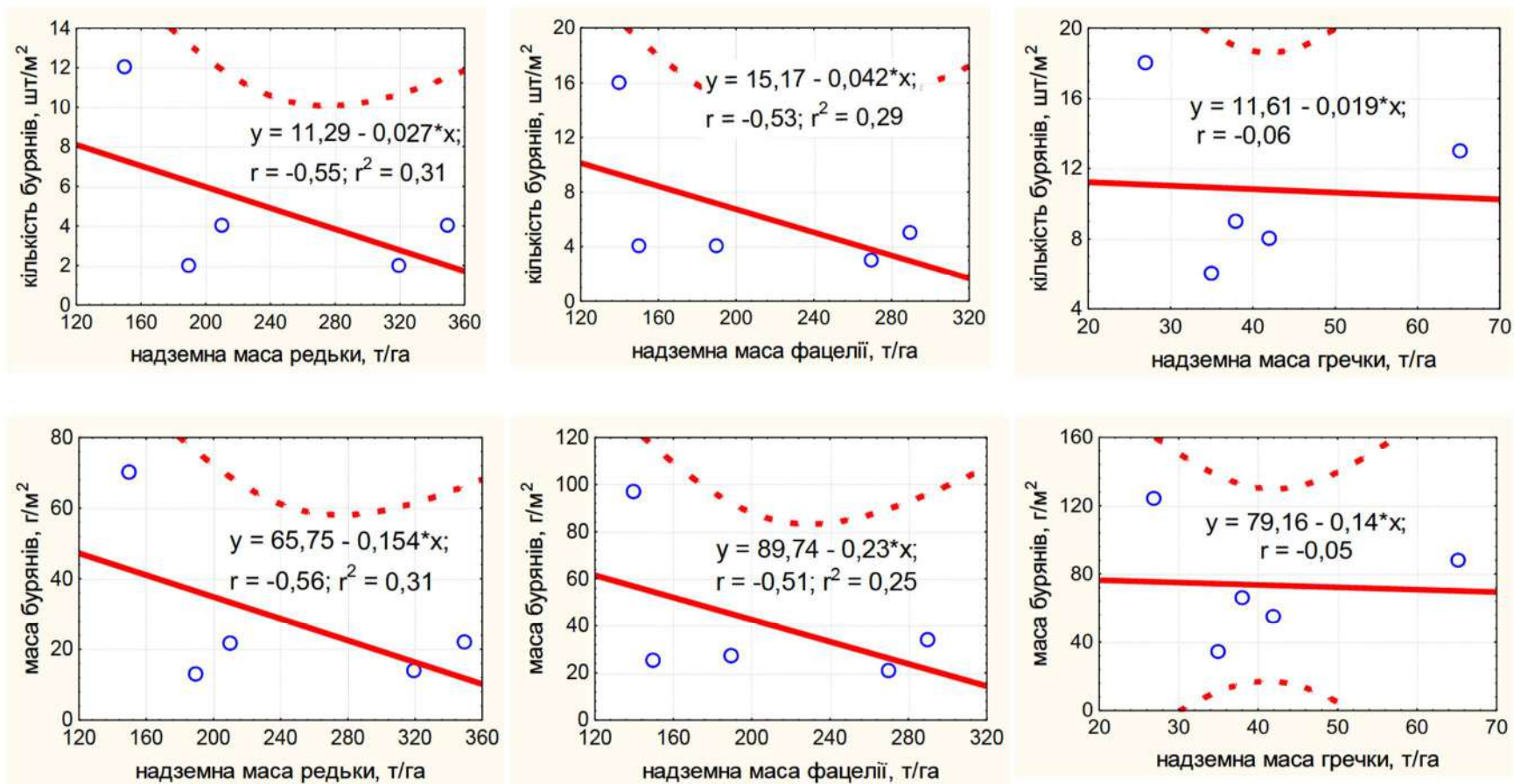


Рисунок 2.109 – Кореляційна залежність між надземною масою післяжнивного сидерату та його забур'яненістю, середнє 2000–2004 рр.¹⁵⁹²

¹⁵⁹² Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяжнивної сидерації на забур'яненість буряків цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

За менш потужного покритву післяжнивного посіву сидерату фацелії пижмолистої кореляційний зв'язок був меншої сили між надземною масою сидерату $r = -0,53$ і чисельністю та масою бур'янів $r = -0,51$.

Стеблостій післяжнивного сидерату гречки був найменш щільним на час заорювання, оскільки ця теплолюбива культура припиняла вегетацію під впливом понижених температур, що й обумовило найвищу серед посівів сидератів забур'яненість. Кореляційний зв'язок між надземною масою гречки і її забур'яненістю не було встановлено.

Таким чином, за час вирощування сидератів найменш забур'яненіми був післяжнивний посів редьки олійної, а гречки посівної – найбільше.

Після перезимівлі заораних органічних і мінеральних добрив порівняно з контролем без них визначено відмінності щодо розподілу насіння бур'янів в ґрунті (табл. 2.157).

Таблиця 2.157

Потенційна засміченість ґрунту на початку вегетаційного періоду за різних фонів удобрення, середнє за 2001–2005 рр., млн. шт./га¹⁵⁹³

Варіант	Шар ґрунту, см									
	0–5		5–10		10–20		20–30		0–30	
	млн шт./га	% до всього	млн шт./га	% до всього	млн шт./га	% до всього	млн шт./га	% до всього	всього млн шт./га	
Без сидерату (контроль)	18,8	16,4	18,2	15,9	38,8	33,9	38,5	33,7	114	
Сидерат редьки олійної	14,2	14,0	14,8	14,6	35,8	35,4	36,4	36,0	101	
Сидерат фацелії пижмолистої	15,0	14,4	15,5	14,9	36,5	35,1	37,1	35,6	104	
Сидерат гречки посівної	16,3	15,0	16,5	15,2	37,9	34,8	38,2	35,1	109	
25 т/га гною	23,5	16,4	22,9	16,0	48,6	33,9	48,4	33,8	143	
Мінеральні добрива N125P63K150	18,8	16,4	18,3	16,0	38,8	33,9	38,7	33,8	115	
НІР ₀₅	0,4		0,6		1,0		1,2		1,0	

На час початку вегетації чисельність всього насіння бур'янів в 0–30 см шарі ґрунту на фоні зелених добрив була помітно меншою – на 5,4–13,1 млн. шт./га або 4,7–11,5 %, порівняно з контролем без сидерату, де її встановлено на рівні 114,3 млн. шт./га.

Заорювання 25 т/га гною підвищувало на початку вегетаційного періоду потенційну засміченість шару ґрунту 0–30 см – на 29 млн. шт./га або 25 %; за внесення мінеральних добрив вона була на рівні контролю – 114,6 млн. шт./га.

Розподіл насіння бур'янів за сидератів сприяв зниженню потенційної засміченості верхнього шару ґрунту. Так, за редьки олійної найнижчу частку запасів насіння встановлено у шарі 0–5 см – 14 % та 5–10 см – 14,8 %, а

¹⁵⁹³ Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяжвної сидерації на забур'яненість буряків цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

найвищу – після заорювання 25 т/га гною і мінеральних добрив $N_{125}P_{63}K_{150}$ – 16,4 та 16 %.

Зниження потенційної забур'яненості на фоні зелених добрив пояснюється дією двох чинників: 1) проведення передпосівного обробітку ґрунту й наступне коткування ґрунту під проміжні посіви сидератів стимулювало проростання насіння бур'янів; 2) заорювання рослинної біомаси активізувало діяльність ґрунтової біоти, що забезпечило інтенсивну деструкцію органічної речовини і насіння бур'янів. Цим пояснюється, що за заорювання найбільшої кількості фітомаси сидерату редьки олійної найсуттєвіша різниця у кількості насіння бур'янів верхніх шарів ґрунту 0–5 см – на 3,4 млн. шт./га і 510 см – на 4,6 млн. шт./га. до контролю без сидерату, де запаси насіння бур'янів становили в шарі 0–5 см – 18,8 млн. шт./га., а в шарі 5–10 см – 18,2 млн. шт./га. Заорювання редьки олійної також забезпечило найсуттєвіше зменшення запасів насіння бур'янів в шарі ґрунту 10–20 см – на 2,1 млн. шт./га і в шарі 20–30 см – на 3,0 млн. шт./га, порівняно з контролем без сидерату, де їх кількість становила 38,8 і 38,5 млн. шт./га.

За сидерату фацелії пижмолистої потенційна засміченість на час відновлення вегетації була суттєво вищою, порівняно з редькою олійною, в шарі ґрунту 0–5 см – на 0,8 млн. шт./га, 5–10 см – на 0,7 млн. шт./га, та в орному (030 см) шарі – на 3,0 млн. шт./га, а порівняно з контролем – помітно знижувалась – в межах 1,4–10,2 млн. шт./га. На фоні післяжнього сидерату гречки посівної встановлено найвищу потенційну засміченість шару ґрунту 0–30 см – 108,9 млн. шт./га серед зелених добрив, однак суттєво її знижував, порівняно з контролем без сидерату, в шарі ґрунту – 0–5 см – на 2,5 млн. шт./га, 5–10 см – на 1,7 млн. шт./га, та в орному (0–30 см) шарі – на 5,0 млн. шт./га.

Серед післяжнєвих сидератів найвагомий вплив на зменшення потенційної засміченості шару ґрунту 0–30 см мала фітомаса редьки олійної – $r = 0,9$ (рис. 2.110).

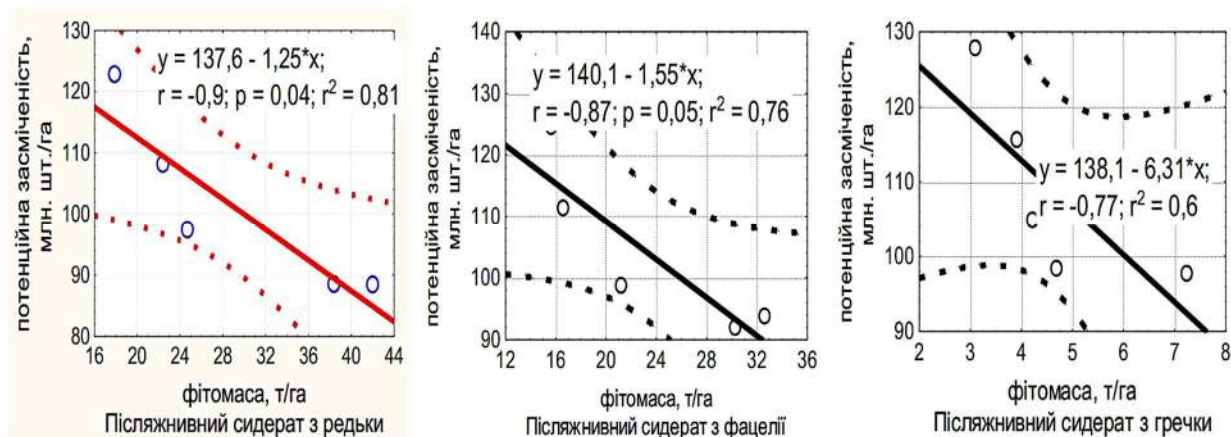


Рисунок 2.110 – Залежність між потенційною засміченістю і фітомасою сидерату на початку вегетаційного періоду, середнє 2001–2005 рр.¹⁵⁹⁴

¹⁵⁹⁴ Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяжнєвої сидерації на забур'яненість буряків цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

За сидерату фацелії пижмолистої коефіцієнт кореляції був дещо меншим – 0,87, а сидерату гречки посівної – найменшим $r = 0,77$.

Фітомаса сидерату редьки олійної мала найбільший позитивний вплив на зниження чисельності насіння бур'янів за шарами ґрунту – 70,0–92,5 %, менший вплив мала фітомаса фацелії – 63,0–87,3 % і найменший гречки – 51,0–63,2 % (табл. 2.158).

Таблиця 2.158

Частка впливу виду сидерату на потенційну засміченість шарів ґрунту, %¹⁵⁹⁵

Варіант	Шар ґрунту, см				
	0–5	5–10	10–20	20–30	0–30
Післяжнивний сидерат редьки	70,0	72,5	81,3	92,5	81,3
Післяжнивний сидерат фацелії	63,0	69,0	78,0	87,3	76,4
Післяжнивний сидерат гречки	51,0	55,7	59,5	63,2	59,8

Встановлено¹⁵⁹⁶, що зелені добрива помітно впливали на розподіл насіння бур'янів у шарі ґрунту 0–30 см. Якщо за внесення гною і мінеральних туків насіння бур'янів розподілялося в ґрунті як і на контролі без сидерату – найбільша їх частка була у верхніх шарах ґрунту 0–5 см – 16,4 % та 5–10 см – 16,0 %, то за сидерату редьки олійної, порівняно з контролем без нього, частка насіння потенційних засмічувачів зменшувалась у верхньому шарі ґрунту 0–5 см – на 2,4 % і в шарі 5–10 см – на 1,3 %, за фацелії пижмолистої – на 2,0 і 1,0 %, та за гречки посівної – на 1,5 і 0,8 %. Зниження часток насіння бур'янів пов'язано з активізацією природних процесів деструкції органічної речовини ґрунту та відсутністю поповнення насінневого фонду засмічувачів, що встановлено за внесення гною.

Оскільки переважна частка бур'янів проростає з шару до 10 см, то такий розподіл їх у ґрунті обумовлював в подальшому нижчу фактичну забур'яненість посівів буряків цукрових на фоні сидератів, порівняно з контролем без них. Так, на фоні сидерату редьки олійної визначено найнижчу в посівах буряків цукрових як чисельність бур'янів – 19,2 шт./м², так і їх масу – 354 г/м² (табл. 2.159).

За цього фону встановлено найсуттєвіше зниження кількості бур'янів в посівах буряків цукрових – на 39 % та їх ваги – на 23 %, порівняно з контролем, де бур'янів нараховано 31,4 шт./м², а їх маса становила 460 г/м².

За сидерату фацелії пижмолистої, порівняно з контролем без сидерату, встановлено суттєво меншу кількість бур'янів в посівах буряків цукрових – на 31 % та їх маса – на 18 %.

¹⁵⁹⁵ Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяжнивної сидерації на забур'яненість буряків цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

¹⁵⁹⁶ Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяжнивної сидерації на забур'яненість буряків цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

Зелене добриво гречки посівної серед сидератів забезпечило помітно вищу чисельність бур'янів в посівах буряків цукрових – 27,6 шт./м² та їх масу – 436 г/м². В цілому забур'яненість на фоні сидерату гречки посівної була суттєво нижча, порівняно з контролем без сидерату, за кількістю бур'янів в посівах буряків цукрових – на 12 %.

Оскільки за внесення 25 т/га гною на час відновлення вегетації у верхньому шарі ґрунту 0–10 см було визначено найбільшу потенційну засміченість, то відповідно мали найбільшу кількість бур'янів в посівах буряків цукрових – 40,0 шт./м² та їх масу – 731 г/м², що суттєво перевищувало як контроль, так і фони зелених добрив.

За внесення мінерального добрива N₁₂₅P₆₃K₁₅₀ під буряками цукровими не встановлено суттєвого збільшення, порівняно з контролем без сидерату, чисельності бур'янів, однак істотно зростала їх маса в посівах буряків цукрових на 141 г до 601 г/м².

Фони удобрення майже не впливали на видовий склад бур'янів буряків цукрових, їх посіви характеризувались малорічним типом забур'янення – від 91 до 96 % малорічні ків: щиріця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crusgalli* L.), мишій зелений, (*Setaria viridis* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.), злинка канадська (*Erigeron canadensis* L.); серед багаторічних видів бур'янів подекуди зустрічалися слабкорозвинені осот жовтий (*Sonchus arvensis* L.) та берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.).

Таблиця 2.159

Поширення біологічних груп бур'янів в посівах буряків цукрових за різних фонів удобрення, середнє за 2001–2005 рр.¹⁵⁹⁷

Варіант	Біологічна група бур'янів												всього	
	ярі ранні			ярі пізні			зимуючі			багаторічні				
	шт./м ²	% до всього	г/м ²	шт./м ²	% до всього	г/м ²	шт./м ²	% до всього	г/м ²	шт./м ²	% до всього	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
Без сидерату (контроль)	15,9	50,7	200	10,8	34,4	177	2,1	6,6	43,9	2,6	8,3	40,0	31,4	460
Післяжнивний сидерат редьки	9,9	51,4	165	7,9	41,0	155	0,7	3,8	19,1	0,7	3,8	15,7	19,2	354
Післяжнивний сидерат фацелії	11,1	50,9	174	8,9	41,1	162	0,9	4	22,3	0,9	4,0	17,8	21,8	376
Післяжнивний сидерат гречки	14,1	51,1	203	10,3	37,3	173	1,5	5,5	34,1	1,7	6,0	26,3	27,6	436
Гній, 25 т/га	19,3	48,2	308	15,1	37,8	308	2,9	7,2	67,1	2,7	6,8	48,8	40,0	731
N ₁₂₅ P ₆₃ K ₁₅₀	15,7	48,0	241	12,5	38,2	263	1,9	5,9	49,1	2,6	8,0	47,9	32,7	601
НР ₀₅	1,7		23,4	1,7		35,2	0,8		18,0	0,6		10,2	3,3	52,6

¹⁵⁹⁷ Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяжнивної сидерації на забур'яненість буряків цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

В структурі забур'яненості посівів буряків цукрових за їх вирощували на фоні сидерату редьки олійної або ж фацелії пижмолистої знижувалась частка зимуючих і багаторічних бур'янів до 4 %, в той час як на контролі без сидерату вона коливалась в межах 8 %. Найпомітніше в структурі забур'яненості підвищувалась частка ярих пізніх бур'янів за вирощування на фоні сидерату редьки олійної і фацелії пижмолистої буряків цукрових – до 41 %, за їх частки на контролі без сидерату на рівні 34 %.

На фоні сидератів, порівняно з контролем без них, відмічено підвищення частки однодольних бур'янів з біологічної групи ярих ранніх – в межах 1–2 %, і зниження частки дводольних. За внесення гною, порівняно з контролем без сидерату, навпаки, – частка однодольних бур'янів знижувалась в межах 1–3 % і, відповідно, зростала частка дводольних.

Визначення в динаміці забур'яненості посівів буряків цукрових встановило її пік в середині вегетації. За заорювання 25 т/га гною встановлено найбільшу як кількість бур'янів на час змикання міжрядь буряків цукрових – 56 шт./м², так і їх масу – 1214 г/м², що переважало контроль без сидерату за чисельністю бур'янів на 27 %, та за їх масою – на 62 % (рис. 2.111).

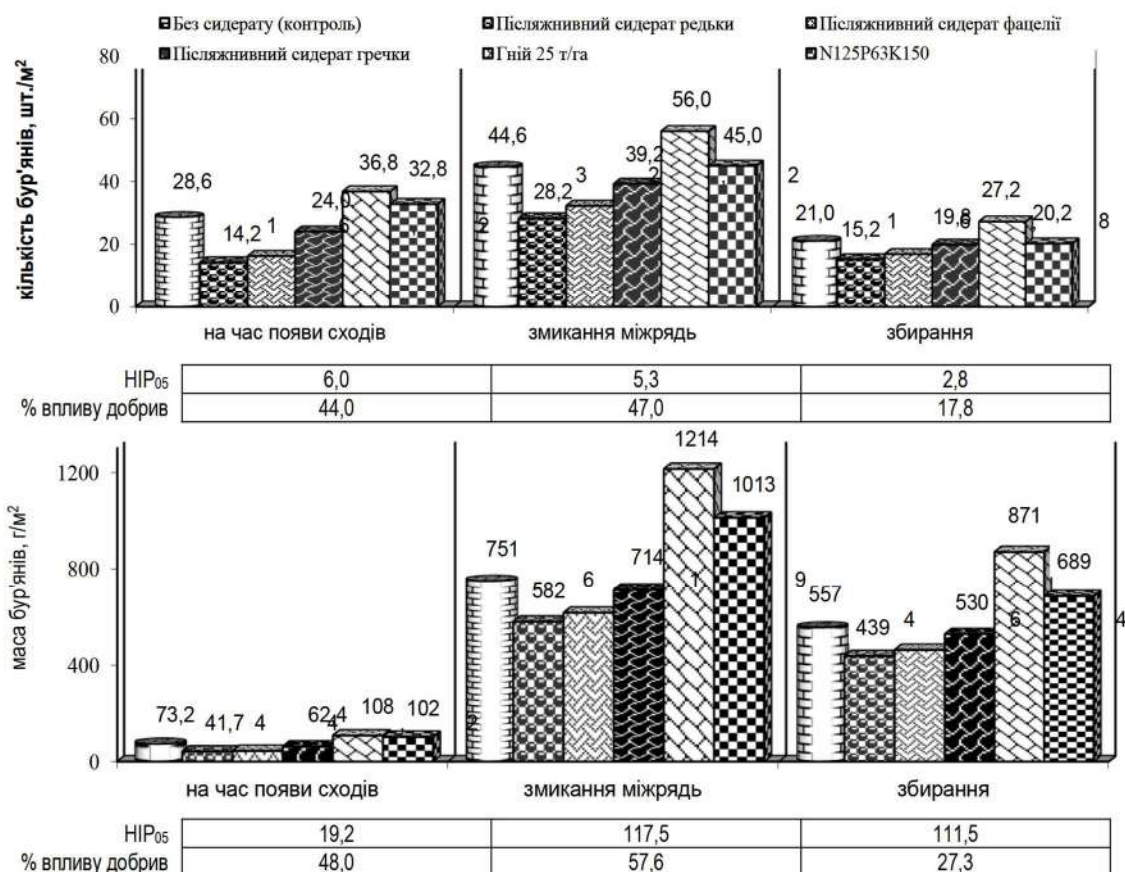


Рисунок 2.111 – Динаміка поширення бур'янів в посівах буряків цукрових за різних фонів удобрення, середнє за 2001–2005 рр.¹⁵⁹⁸

¹⁵⁹⁸ Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяжнивної сидерації на забур'яненість буряків цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

В посівах буряків цукрових на фоні сидерату редьки олійної і фацелії пижмолистої визначено помітно меншу забур'яненість з різницею до контролю в межах 20–50 %.

Найвищі показники забур'яненості в середині вегетації (в червні та липні) обумовлено достатньою кількістю тепла і опадів та повільним формуванням фітомаси у буряків цукрових в першій половині вегетації, що не забезпечило фіто– ценотичне пригнічення бур'янів.

За сидерату редьки олійної на час появи сходів буряків цукрових встановлено найменшу кількість бур'янів – 14,2 шт./м² та їх масу – 41,7 г/м². Це обумовлено проведенням в посівах буряків цукрових механічних рихлень міжрядь та з пригніченням проростання насіння бур'янів під дією продуктів розкладу фітомаси зеленого добрива.

Встановлення на час появи сходів найменшої маси бур'янів від 41,7 до 108 г/м² обумовлено найкоротшим періодом їх вегетації та малою вагою представників кожного виду.

На час збирання буряків цукрових рослини бур'янів у посівах досягли найбільшої маси, оскільки їх вегетація була найтривалішою, однак через найменшу густоту бур'янів їх маса була нижчою, ніж під час обліку в середині вегетації і коливалась від 439 до 821 г/м².

Найменш забур'яненими посіви буряків цукрових були за зеленого добрива редьки олійної, що істотно різнилося з фоном сидерату гречки посівної, контролем без сидерату та заорюванням традиційних добрив. Висока ефективність сидерату редьки олійної щодо зниження фактичної забур'яненості пояснюється наявністю у хрестоцвітих гербістатичного ефекту від продуктів розкладу заораної фітомаси. Це підтверджує встановлена зворотна найтісніша кореляційна залежність між масою сидерату редьки олійної та кількістю бур'янів – $r = -0,82$ і їх масою – $r = -0,89$, та найвища частка впливу фітомаси зеленого добрива на показники забур'яненості – відповідно 67 та 80 % (рис. 2.112)¹⁵⁹⁹.

За сидерату фацелії пижмолистої була нижчою частка впливу фітомаси на кількість бур'янів – 59 % та їх масу – 72 %, а за сидерату гречки посівної – найнижчою – відповідно 48 та 62 %.

Завдяки покращанню фону живлення при застосуванні добрив підвищувалася маса однієї рослини бур'янів: на фоні сидерату редьки олійної за вирощування буряків цукрових – на 3,8 г, внесення гною – на 3,6 г, а мінеральних добрив – на 3,7 г.

На час збирання буряків цукрових встановлено найбільше зниження, порівняно з обліком на початку їх вирощування кількості насіння бур'янів в шарі ґрунту 0–30 см за використання сидерату редьки олійної – на 2,5 до 98,5 млн. шт./га).

¹⁵⁹⁹ Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяживної сидерації на забур'яненість буряків цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

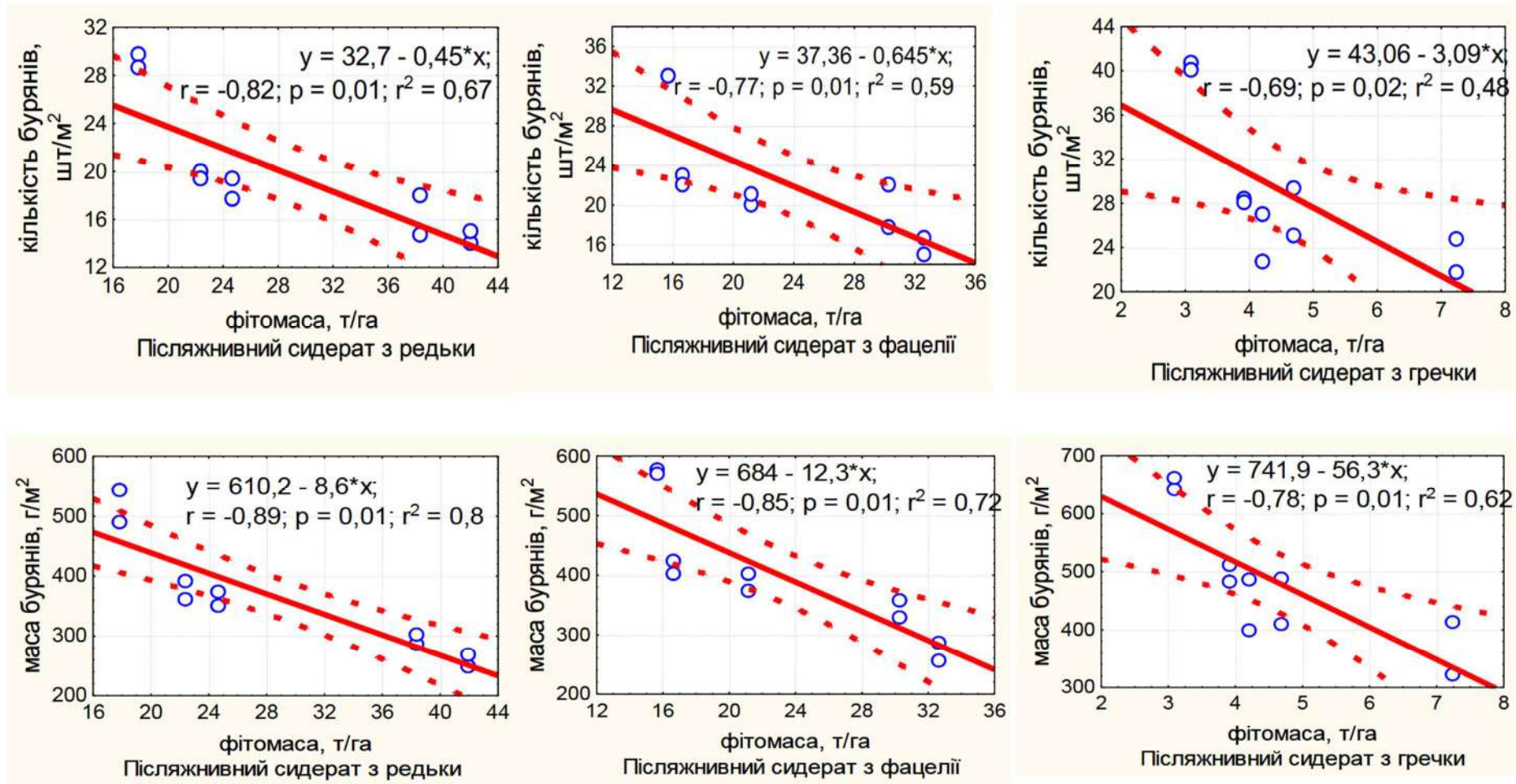


Рисунок 2.112 – Залежність між забур'яненістю посівів буряків цукрових і фітомасою сидератів, середнє 2001–2005 рр.¹⁶⁰⁰

¹⁶⁰⁰ Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяжнивної сидерації на забур'яненість буряків цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

Потенційна засміченість ґрунту перед збиранням бур'янів цукрових за різних фонів удобрення, середнє за 2001–2005 рр., млн. шт./га¹⁶⁰¹

Варіант	Шар ґр						/нт, см				
	0–5		5–10		10–20		20–30		0–30		
	млн шт./га	% до всього	млн шт./га	% до всього	млн шт./га	% до всього	млн шт./га	% до всього	всього млн шт./га		
Без сидерату (контроль)	18,3	16,3	17,7	15,8	38,1	33,9	38,2	34,0	112,3		
Післяжнивний сидерат редьки	13,6	13,8	14,2	14,4	34,9	35,4	35,8	36,3	98,5		
Післяжнивний сидерат фацелії	14,5	14,3	14,9	14,7	35,7	35,1	36,6	36,0	101,7		
Післяжнивний сидерат гречки	15,8	14,8	16,0	15,0	37,1	34,8	37,7	35,4	106,6		
Гній, 25 т/га	22,8	16,2	22,2	15,8	47,6	33,8	48,1	34,2	140,7		
N ₁₂₅ P ₆₃ K ₁₅₀	18,5	16,4	17,8	15,8	38,0	33,8	38,2	34,0	112,5		
НІР ₀₅	0,5		0,7		1,0		1,2		1,0		

Зменшення запасів насіння бур'янів відбувалося завдяки деструкції його в ґрунті, проростанню та уникненню дозрівання бур'янів, сходи яких знищувалися в посівах бур'янів цукрових механічними обробітками.

Таким чином, на фоні сидерату редьки олійної встановлено найнижчу потенційну забур'яненість шару ґрунту 030 см за час вирощування бур'янів цукрових – 98,5 млн. шт./га, що суттєво різнилась до решти фонів удобрення, та найпомітніше знижувалась – на 12 %, порівняно з контролем без сидерату, де кількість бур'янів становила 112,3 млн. шт./га.

За сидерату фацелії пижмолистої кількість насіння бур'янів в шарі ґрунту 0–30 см суттєво знижувалася щодо контролю без сидерату перед збиранням бур'янів цукрових – на 9 %, а за сидерату гречки посівної – на 5 %.

Внесення 25 т/га гною забезпечило в шарі ґрунту 030 см найбільшу кількість насіння бур'янів перед збиранням бур'янів цукрових – 140,7 млн. шт./га., що перевищувало контроль без сидерату на 25 %. Заорювання мінерального добрива N₁₂₅P₆₃K₁₅₀ формувало потенційну засміченість на рівні контролю без сидерату – 112,5 млн. шт./га.

У поверхневому (0–10 см) шарі ґрунту визначено меншу кількість насіння бур'янів на фоні зеленого добрива в межах 12–24 %, порівняно з контролем без нього. Найменшу кількість бур'янів встановлено за сидерату редьки олійної у верхньому шарі 0–5 та 5–10 см під посівами бур'янів цукрових – 13,6 та 14,2

¹⁶⁰¹ Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяжнивної сидерації на забур'яненість бур'янів цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

млн. шт./га, що забезпечило у цих шарах ґрунту найменшу частку кількості бур'янів – в межах 13,8 і 14,4 %.

За сидератів фацелії пижмолистої та гречки посівної частка насіння у верхніх шарах підвищувалась до 14–15 %, а на контролі та фоні заорювання 25 т/га гною чи мінерального добрива $N_{125}P_{63}K_{150}$ вона коливалась в межах 15,8–16,4 %. Така динаміка розподілу насіння у поверхневому (0–10 см) шарі вказує на появу можливих сходів бур'янів в меншій кількості за фону зелених добрив.

Найтісніший зворотній кореляційний зв'язок встановлено між фітомасою післяжнивного сидерату і потенційною засміченістю орного (0–30 см) шару ґрунту на час збирання бур'яків цукрових за редькою олійною $r = -0,9$, а найнижчий – при застосуванні сидерату гречки – $r = -0,77$ (рис. 2.113).

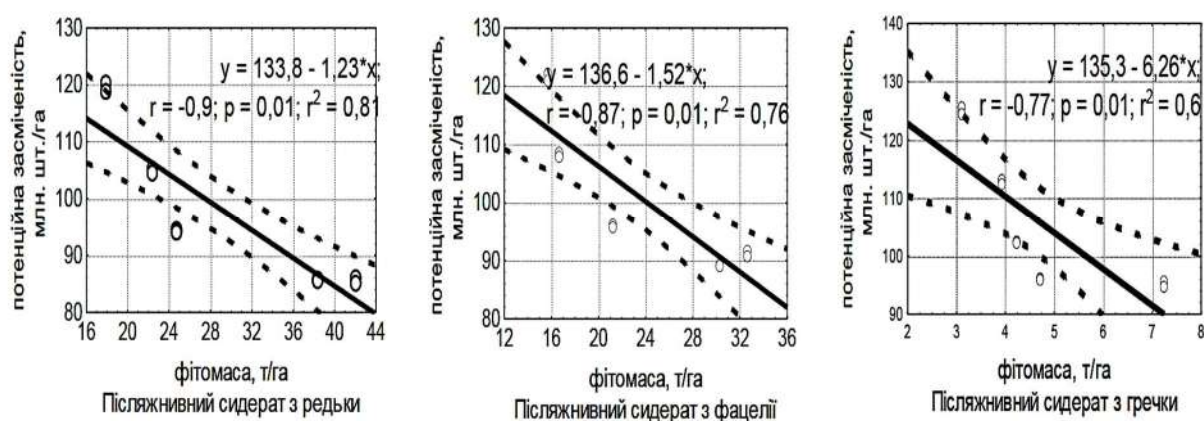


Рисунок – Залежність між потенційною засміченістю орного (0–30 см) шару і фітомасою сидерату перед збиранням бур'яків цукрових, середнє 2001–2005 рр.¹⁶⁰²

Між фітомасою післяжнивного сидерату фацелії і потенційною засміченістю ґрунту кореляційний зв'язок визначено на рівні 0,87, що вказує на меншу, ніж в редьки олійної, протибур'янову ефективність.

Автором дослідження¹⁶⁰³ підсумовано, що завдяки найрозвинутішому покриву післяжнивного посіву сидерату редьки олійної під ним найпомітніше знижувалась кількість бур'янів. Після осіннього загортання зелених добрив, на варіанті із застосуванням сидерату редьки олійної навесні кількість насіння бур'янів у шарі чорнозему типового 0–30 см була найнижчою порівняно із використанням на сидерат фацелії та гречки. Сидерат редьки олійної найпомітніше знижував чисельність та масу бур'янів в посівах бур'яків цукрових. Також біомаса редьки олійної забезпечило найсуттєвіше зниження потенційної забур'яненості чорнозему типового в шарі 0–30 см перед збиранням бур'яків цукрових.

¹⁶⁰² Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяжнивної сидерації на забур'яненість бур'яків цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

¹⁶⁰³ Міщенко Ю.Г., Захарченко Е.А. Вплив післяжнивної сидерації на забур'яненість бур'яків цукрових. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2019. Випуск 4 (38). С. 41-49.

Істотне підвищення ґрунтових умов родючості відмічено у варіантах застосування сидератів на бідних за агрохімічним потенціалом ґрунтах¹⁶⁰⁴. Так, збагачення дерново-підзлистого ґрунту свіжою органічною масою поукісних сидератів з вузьким співвідношенням С:N, багатої цукром та іншими вуглеводами, створює сприятливі умови для підвищення біологічної активності ґрунту та мінералізації органічної речовини під посівами озимої пшениці. Визначення біологічної активності ґрунту аплікаційним методом показало, що під впливом сидератів він значно підвищився. Відносний ступінь розкладання тканини в порівнянні з контролем у варіантах з мінеральними добривами.

Дослідження з оцінки ефективності використання однорічного люпину та гірчиці білої у вигляді поукісного сидерату при вирощуванні озимої пшениці (сорт Зоря) визначали в польовій біологізованій сівозміні: однорічні трави – озима пшениця – однорічні трави з підсівом багаторічних трав – багаторічні трави – багаторічні трави – багаторічні трави – багаторічні трави – багаторічні трави. 2 р. користування – озима пшениця – ячмінь. Схема досвіду включала такі варіанти: 1. Без добрив; 2. NPK; 3. NPK + сидерат однорічного люпину; 4. NPK + сидерат гірчиці білої. Мінеральні добрива окремо та з сидератом застосовували під запланований урожай – 35 ц/га зерна озимої пшениці.

Поукісні сидерати однорічного люпину та гірчиці білої висівали у другій половині липня після збирання однорічних трав. Під посів однорічного люпину внесли $P_{15}K_{15}$, під гірчицю білу – $N_{30}P_{15}K_{15}$. Закладення зеленої маси сидератів провели дисковою бороною ДБТ–2,5 у 2 сліди за 3 тижні до посіву озимої пшениці (20–22 липня). На момент закладення зеленої маси однорічний люпин досяг фази бутонізації, гірчиця біла – цвітіння.

У варіанті з мінеральними добривами під плановану врожайність пшениці озимої було внесено $N_{90}P_{45}K_{40}$. У варіантах, де використовувалися сидерати, дози мінеральних добрив були зменшені враховуючи використання елементів живлення із зеленої маси та коренепоживних залишків сидератів. З зеленою масою та коренепоживними залишками однорічного люпину в ґрунт надійшло 28 ц/га сухої речовини, в якій накопичилося 153 кг/га елементів живлення, у тому числі: 85 кг азоту, 21 кг фосфору та 47 кг калію. З сидеральною масою гірчиці білої надійшло 20 ц/га сухої речовини, в якій містилося 97 кг елементів живлення (55 кг азоту, 23 кг фосфору, 23 кг калію). Нестачу елементів живлення для планового врожаю наповнили внесенням мінеральних добрив. У варіанті з сидератом однорічного люпину було внесено $N_{70}P_{35}K_{19}$ з сидератом гірчиці білої – $N_{74}P_{34}K_{27}$. Тобто біологізована сівозміна за рахунок проміжних сидератів люпину та гірчиці білої дозволила знизити дози мінеральних добрив для отримання планового врожаю озимої пшениці на 23–29 %.

Ґрунт дослідної ділянки дерново-підзолистий супіщаний, із вмістом гумусу в шарі 0–20 см – 1,12 %, рухомих форм фосфору та калію – 132 та 113 мг/кг ґрунту відповідно, рН_{сол.} – 5,42.

¹⁶⁰⁴ Ермакова Л.И. Эффективность поукосных сидератов при возделывании озимой пшеницы в полево́м севообороте. Владимирский земледелец. 2019. № 3 (89). С. 24-27.

Вплив поукосних сидератів на врожайність пшениці озимої та якість зерна
(в середньому по 2 закладках)

Варіант	Урожай, ц/га	Приріст		Вміст в зерні, %			Вихід білку, ц/га
		ц/га	%	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1. Без добрив	17,6	–	–	2,19	0,82	0,53	1,9
2. N ₉₀ P ₄₅ K ₄₀	33,4	15,8	90	2,45	0,81	0,53	4,0
3. N ₇₀ P ₃₅ K ₁₉ + сидерат люпину	35,3	17,7	101	2,40	0,76	0,51	4,2
4. N ₇₄ P ₃₄ K ₂₇ + сидерат гірчиці білої	36,0	18,4	105	2,33	0,83	0,55	4,1
НІР ₀₅	1,42	–	–	–	–	–	–

Проведені дослідження щодо використання поукосних сидератів однорічного люпину та гірчиці білої у поєднанні з мінеральними добривами для одержання планового врожаю озимої пшениці (35 ц/га) у семипільній сівозміні показали ефективність їх використання на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті.

Сидерати в системі органомінерального добрива сприяли підвищенню біологічної активності ґрунту, покращенню росту та розвитку рослин та отриманню врожайності озимої пшениці на рівні 35–36 ц/га. Приріст урожаю пшениці озимої в порівнянні з контрольним варіантом стався за рахунок збільшення показників продуктивності колосу.

За рахунок використання проміжних сидератів потреба пшениці озимої в мінеральних добривах скоротилася на 23–29 %.

Підтверджує результуючий вплив сидератів на системні властивості ґрунтів і дані багаторічного моніторингу їх за різних варіантів покривних сидеральних культур (табл. 2.162).

У підсумку вказана оптимізація властивостей ґрунтів позитивно відображується на урожайності культур. Це підтверджується багаторічними дослідженнями Шевелева А.Т. і Дьяченко Е.Н.¹⁶⁰⁵. Дослідження проводили у лісостеповій зоні Прибайкалля на дослідному полі Іркутського НДІСГ. Ефективність застосування повної та отавної сидерації вивчали у чотиріпільній плодозмінній сівозміні, закладеній у 2001 році, з чергуванням культур: кукурудза (силос), ячмінь+конюшина, конюшина (сидерат), пшениця. Ґрунт сіре лісове кисле важкосуглинисте, із вмістом гумусу 4,5–5 %; загального азоту – 0,25 %; рН_{сол} – 3,9–4,4; Нг – 9,1–10,6 мг–екв/100 г ґрунту, ступінь

¹⁶⁰⁵ Шевелев А.Т., Дьяченко Е.Н. Влияние сидерации на повышение урожайности культур севооборота в Прибайкалье. Вестник АПК Ставрополя. 2018. №2(30). С. 197-199.

насиченості основами – 68,4–72,1 %, вміст рухомого фосфору (по Кірсанову) – 10–12, обмінного калію – 8–10 мг/ 100 г ґрунту.

Таблиця 2.162

Хімічні властивості ґрунту після 11 років застосування різних покривних культур (до 5 см)

Види	Показники							
	P, мг/ дм ³	C, г/ дм ³	pH	Al, смол/ дм ³	Ca, смол/ дм ³	Mg, смол /дм ³	K, смол/ дм ³	Ступінь насичення основами
Система землеробства No-till								
Вика мохната	22,7	34,85	5,23	0,01	5,99	3,16	0,4	61,61
Пар	18,2	28,59	5,87	0	7,5	4,12	0,21	74,73
Пшениця	19,4	26,84	5,63	0	6,19	3,41	0,35	68,15
Редиска	33,2	29,72	5,77	0	7,4	3,73	0,49	72,89
Овес чорноголовий	27,5	30,7	5,8	0	7,77	4,3	0,39	74,59
Люпин вузьколистий	21,2	29,75	5,63	0	6,84	3,94	0,36	70,71
Традиційна система землеробства								
Вика мохната	5,9	25,37	4,83	0,1	4,18	2,27	0,31	48,74
Пар	4,4	23,98	4,93	0,02	4,27	2,32	0,28	51,24
Пшениця	4,7	25,87	5,17	0,01	4,18	2,38	0,39	53,87
Редиска	4,9	26,62	5,13	0,03	5,01	2,85	0,43	57,36
Овес чорноголовий	4,2	27,12	5,1	0,01	4,83	2,68	0,63	56,42
Люпин вузьколистий	3,8	25,73	5,07	0,01	4,47	2,64	0,31	55,54

Дію сидерації (конюшина) вивчали на четвертій культурі сівозміни – пшениці. Частка повної та отавної сидерації в сівозміні становила по 12,5%. Встановлено позитивну дію сидерації на врожайність пшениці. У середньому за 7 років збільшення склало при повній сидерації 0,7 т/га (26,9 %), при отавній – 0,4 т/га (15,4 %) (табл. 2.163).

Сидерація підвищує врожайність у прямому дії, а й у післядії. Так, за повної сидерації додатково отримано кукурудзи – 1,3; ячменю – 0,83; конюшини –0,39 т з. од/га, при отавній – 0,6; 0,4; 0,13 т з. од/га відповідно (табл.).

Сидерація, як повна, і отавна, підвищує продуктивність чотирьохпольного плодозмінного сівозміни на 15,4–26,9 %. На 1 га сівозмінної площі додатково отримано – 0,76–1,13 т з. од. (табл. 2.164-2.165). У середньому за 7 років збільшення за сівозміну склало при повній сидерації 4,55 т з.од. (42,7%),

отавний –3,06 т з. од. (28,7%), за мінеральної системи добрив – 4,67 т з. од. (43,9%).

Повна сидерація підвищує продуктивність сівозміни рівня варіанта з комплексним внесенням добрив, проте за витратами вона значно нижча.

Таблиця 2.163

Вплив сидерації на врожайність (т/га) пшениці (загалом за 2012–2017 рр.)¹⁶⁰⁶

Варіант опыта	Урожайність	Приріст	
		т/га	%
Без сидерації	2,6	-	-
Повна сидерація	3,3	0,7	26,9
Отавна сидерація	3,0	0,4	15,4

НіР₀₅ – 0,21 т/га.

Таблиця 2.164

Вплив сидерації на врожайність (т з. од/га) польових культур у чотирипільному сівозміні (у середньому за 2012–2017 рр.)¹⁶⁰⁷

Варіант досліджу	Дія		Пвслідія					
	Пшениця		Кукурудза		Ячмінь+ конюшина		Конюшина	
	Урожай-ність	Приріст	Урожай-ність	Приріст	Урожай-ність	Приріст	Урожай-ність	Приріст
Без сидерації	2,6		3,33		1,97		2,58	
Повна сидерація	3,3	0,7	4,63	1,3	2,80	0,83	2,97	0,39
Отавна сидерація	3,0	0,4	3,93	0,60	2,40	0,40	2,71	0,13

НіР₀₅ – 0,34 т з. од/га.

Таблиця 2.165

Вплив сидерації на продуктивність (т з. од.) сівозміни (в середньому за 2012–2017 рр.)¹⁶⁰⁸

Варіант досліджу	Середньорічний збір по сівозміні	Приріст	
		за сівозміну	на 1 га сівозмінної площі
Без сидерації	10,64	-	-
Повна сидерація	15,19	4,55	1,13
Отавна сидерація	12,24	3,06	0,76
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	15,31	4,67	1,17

НіР₀₅ — 0,34 т/ га з. од.

¹⁶⁰⁶ Шевелев А.Т., Дьяченко Е.Н. Влияние сидерации на повышение урожайности культур севооборота в Прибайкалье. Вестник АПК Ставрополя. 2018. №2(30). С. 197-199.

¹⁶⁰⁷ Шевелев А.Т., Дьяченко Е.Н. Влияние сидерации на повышение урожайности культур севооборота в Прибайкалье. Вестник АПК Ставрополя. 2018. №2(30). С. 197-199.

¹⁶⁰⁸ Шевелев А.Т., Дьяченко Е.Н. Влияние сидерации на повышение урожайности культур севооборота в Прибайкалье. Вестник АПК Ставрополя. 2018. №2(30). С. 197-199.

Проведені комплексні дослідження щодо впливу сидерації в умовах дефіциту вологи на властивості ґрунтів проведені Майоровою С.А.¹⁶⁰⁹. По результатах досліджень автора зроблено наступні узагальнення:

1. У зрошуваних умовах при заоранні фітомаси сидеральних культур в ґрунт надходить значна кількість свіжої органічної речовини 4,84–6,79 т/га. Найбільше надходження забезпечує нутто–ячмінна суміш. Сидерати, що містять бобовий компонент, сприяють найбільшому надходженню азоту у ґрунт – 120,5–152,0 кг/га д.р.

Сидерація здійснює позитивну дію на фізичний стан ґрунту. Найбільший ефект забезпечує заорювання вико–вівсяної травосуміші: найвище розуцільнення ґрунту на 0,09 г/см³; збільшення загальної пористості з 43,89 до 47,49% та пористості аерації – з 16,84 до 20,44%.

Розроблено моделі впливу сидерації на основні фізичні властивості ґрунту: щільність $\rho = -0,57 M_c^2 + 7,4062 M_c - 48,42$ ($R^2=0,56$); загальну пористість: $e\% = -0,3366 M_c^2 + 4,4095 M_c - 10,994$ ($R^2=0,88$).

Застосування сидератів, призводить до поліпшення структури ґрунту за рахунок зменшення вмісту пилюватих частинок і збільшення частки агрономічно цінних агрегатів. Найбільший позитивний ефект щодо відновлення агрономічно цінної структури досягається при застосуванні вівса та нутто–ячмінної травосуміші – на 4,6 та 4,07% відповідно. Коефіцієнт структурності при цьому зростає з 1,06 до 1,27 (овес) та від 1,01 до 1,15 (нут+ячмінь).

Розроблено моделі залежності від біомаси сидератів збільшення вмісту агрономічно цінних: $A\% = 2,05 - M_c - 7,67$ та водоміцних агрегатів $B\% = 3,574 - M_c - 9,56$.

Використання як сидерати вівса та нутто–ячмінної травосуміші сприяє підвищенню потенційної родючості ґрунту, забезпечуючи позитивний баланс гумусу у ланці кормо–зернової сівозміни, що становить 0,56 – 0,46 т/га.

Сидерація не забезпечує бездефіцитного балансу основних елементів живлення рослин. Зменшення дефіцитності досягається шляхом застосування додаткового внесення мінеральних добрив. Дефіцит балансу азоту зменшується при застосуванні сидератів у інтервалі 59,2–68,3 кг/га.

Застосування сидеральних добрив підвищує врожайність культур ланки кормо–зернової сівозміни у дії та післядії. Найбільший ефект у дії досягається при заорюванні гороху – збільшення врожайності озимої пшениці 1,38 т/га; в післядії – вико–вівсяної суміші – збільшення врожайності силосної травосуміші 1,57 т/га; а за ланку сівозміни вико–вівсяна травосумішка і горох – збільшення продуктивності ланки 2,34 і 2,25 т з.од./га відповідно.

Розроблено моделі залежності врожайності озимої пшениці та бобово–злакової травосуміші від фітомаси сидеральних культур і кількості азоту, що надійшов з ними: $Y = 3,961 - 0,428 M_c + 0,04 N_c - 0,252 M_c^2 + 0,015 M_c N_c - 3,774 \cdot 10^{-4} N_c$ і $y = 12,2655 + 3,6908 M_c + 0,0168 N_c - 1,0394 M_c^2 + 6,1489 \cdot 10^{-5} M_c N_c - 4,3425 \cdot 10^{-5} N_c^2$, відповідно.

Відновлення сприятливих фізичних властивостей і потенційної родючості деградованого ґрунту забезпечує використання для сидерації злаково–бобових травосумішок і злаків, а найбільше підвищення продуктивності ланки кормо–зернової сівозміни – вико–вівсяний сидерат.

¹⁶⁰⁹ Майорова Светлана Анатольевна. Восстановление плодородия деградированных орошаемых темно-каштановых почв Заволжья путем сидерации: дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.02 Саратов, 2005 185 с.

РОЗДІЛ 3. ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ ЯК СИДЕРАТУ (ВІТЧИЗНЯНИЙ ТА СВІТОВИЙ ДОСВІД)

3.1 Використання редьки олійної як універсального фітомеліоранта

Сьогодні найдешевий та ефективний спосіб удобрення ґрунту як використання сидеральних культур знаходить все більш поширення.

Найбільш ефективно внесення сидеральних добрив, за результатами досліджень українських вчених, спостерігається при вирощуванні картоплі, кормових і цукрових буряків, кукурудзи, озимих зернових, овочевих і плодово-ягідних культур.

Завдяки сильно розвинутій кореневій системі сидерати підвищують родючість не тільки верхнього орного шару, а й більш глибоких підорних горизонтів ґрунту і підґрунту: покращується азотний режим, збільшується вміст доступних для рослин фосфору і калію, відбуваються позитивні зміни фізико-хімічного стану ґрунту, в той час як удобрювальна дія гною обмежується верхнім орним шаром ґрунту¹⁶¹⁰.

За твердженням Ю. Носенко залежно від місця у сівозміні найбільш доцільна проміжна (вставна) форма сидерації, яка поділяється на підсівну (підсів під основну культуру) та післяукісну і післяжнивну (посів після збирання основної культури) форми. Заорювання сидеральної маси при цьому здійснюється при зяблевій оранці під урожай наступного року. Самостійну форму сидерації слід використовувати лише у вигляді сидеральних парів під озимі культури. Під інші культури самостійне зелене добриво не вигідне, адже поле залишається на рік непродуктивним.

За способом використання зеленої маси розрізняють повне використання (заорюється уся сидеральна маса), укісне (заорюється надземна маса сидератів, вирощених поза сівозміною), отавне (комбіноване). Останнє поділяється на два види: два укуси на зелений корм і зорюються пожнивно-кореневі рештки; перший укіс на зелений корм і заорюється отава другого укусу (використовується як отавно-сидеральні пару під озимі). Проміжна сидерація вигідніша за основну, тому дуже важливими є строки сівби, адже саме вони визначають урожайність біомаси і надійність сидерації загалом. У виробничих умовах одразу ж після збирання основної культури здійснюють поверхневий обробіток ґрунту і висівають сидерат. За посушливих умов обов'язковим є до- та післяпосівне коткування ґрунту.

За даними В. В. Лихочвора¹⁶¹¹ вирощування сільськогосподарських культур для виробництва зелених добрив має велике агрономічне і економічне значення. З точки зору економіки доцільніше їх вирощувати як проміжні культури, займаючи поле основною культурою, яка забезпечуватиме прибуток. За тривалістю вегетації їх можна поділити на три групи:

¹⁶¹⁰ Носенко Ю. Сидерати: зелена альтернатива [Електронний ресурс]. Агробізнес сьогодні 2011 № 12 (211).. Електронний доступ: <http://www.agro-business.com.ua/2010-06-11-12-53-00/486-2011-06-17-07-40-36.html>.

¹⁶¹¹ Лихочвор В. В. Добривна альтернатива. Зерно. 2008. № 3. С. 5-10.

- короткий вегетаційний період (45 – 60 днів) – фацелія, гірчиця біла, редька олійна;
- середній вегетаційний період (60 – 80 днів) – горох, люпин вузьколистий, серадела, соняшник та ін.;
- довгий вегетаційний період (більше 80 днів) – люпин жовтий, кормові боби та ін.

Таблиця 3.1

Придатність рослин до сидерації у проміжних посівах¹⁶¹²

Культури	Вимоги до умов вирощування	Норма висіву насіння	Коефіцієнт розмноження	Нагромадження біомаси (з/маса + корені), ц/га	Ступінь придатності для сидерації
Люпин вузьколистий	Н	200	15	240	XXX
Люпин жовтий	Н	200	4	200	X
Люпин багаторічний	В. в.	60	10	200	XX
Конюшина червона	В	20	10	140	X
Серадела	Н	50	12	180	XX
Буркун білий	В.в.	20	30	150	XX
Горох	В	300	5	120	X
Пелюшка	В	250	6	120	X
Вика озима	В	60	7	160	X
Вика яра	В	150	10	110	X
Фацелія	Н	15	20	120	X
Овес	Н	180	11	80	X
Ячмінь	В	200	10	70	X
Озиме жито	Н	200	10	200	XX
Зеленоукісне жито	Н	75	26	250	XXX
Багаторічне жито	Н	100	20	250	XXX
Гірчиця біла	В	20	50	100	XX
Ріпак озимий	В	15	67	130	XX
Перко	В	15	53	150	XX
Редька олійна	В. в.	40	25	230	XXX
Райграс однорічний	В. в.	40	15	210	XXX
Райграс пасовищний	В.в.	30	16	180	XXX

Примітка. Ступінь придатності проміжної культури для сидерації: XXX – високий, XX – середній, X – слабкий, н – невимогливий, в – вимогливий, в.в. – відносно вимогливий.

Для сидератів найбільше підходять дві групи культур: бобові, що дають зелену масу багату на поживні елементи, особливо азот; капустяні, що відзначаються швидким ростом і високим урожаєм зеленої маси. При використанні на сидерацію хрестоцвітих слід мати на увазі, що біомаса редьки олійної, ріпаку, свиріпи та інших культур визначається наявністю у ґрунті азоту та рівнем ґрунтової родючості. При низьких запасах азоту на бідних ґрунтах хрестоцвіті сидерати не ростуть зовсім.

¹⁶¹² Носенко Ю. Сидерати: зелена альтернатива [Електронний ресурс]. Агробізнес сьогодні 2011. № 12 (211). Електронний доступ: <http://www.agro-business.com.ua/2010-06-11-12-53-00/486-2011-06-17-07-40-36.html>.

Чернігівським інститутом АПВ встановлені найбільш придатні для сидерації культури у зоні Полісся та Лісостепу у проміжних висівах: підсівна, післяукісна, післяжнивна форми (табл. 3.1).

Можливі варіанти вирощування сидеральних культур представлені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Вирощування культур на зелене добриво у післяжнивних посівах¹⁶¹³

С. – г. культура	Строк сівби	Норма висіву, кг/га
Вика яра	1 – 31 липня	120 – 140
Горох кормовий (пелюшка)	1 – 31 липня	180 – 230
Люпин жовтий	1 – 31 липня	170 – 200
Вика яра + пелюшка + люпин жовтий	1 – 31 липня	40 + 120 + 60
Серадела	1 – 31 липня	50 – 70
Люпин жовтий + серадела	1 – 31 липня	130 + 30
Вика яра + люпин жовтий	1 – 31 липня	40 + 100
Кормові боби	1 – 31 липня	250 – 300
Гречка	1 – 31 липня	60 – 70
Соняшник	до 10 серпня	30 – 40
Кормові боби + пелюшка + соняшник	до 5 серпня	100 + 100 + 15
Фацелія	до 15 серпня	8 – 10
Серадела + фацелія	до 5 серпня	30 + 5
Вика озима + фацелія	до 5 серпня	40 + 6
Серадела + гречка	до 5 серпня	40 + 40
Пелюшка + соняшник	до 5 серпня	150 + 15
Гірчиця біла	до 15 серпня	15 – 20
Редька олійна	до 15 серпня	15 – 25
Гірчиця біла + фацелія	до 15 серпня	15 + 5

В цілому, доцільність застосування, ефективність та позитивні риси редьки олійної як сидерату систематизовані та деталізовані відповідно до цілого ряду літературних джерел^{1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630}

¹⁶¹³ Шувар І. А. Проміжні культури як один із чинників ефективного функціонування сіяних агроценозів. Вісник Львів. держ. аграр. ун-ту. 1997. № 1. С. 320–327.

¹⁶¹⁴ Авраменко В. Сидерати. Їм відроджувати колишню славу українських земель Пропозиція. 2003. № 6. С. 36- 38.

¹⁶¹⁵ Алексеев В. А. и др. Используйте под картофель смеси сидератов Картофель и овощи. 2008. N 6. С. 8.

¹⁶¹⁶ Алексеев В. А. Майстренко Н.Н. Оптимальный состав смесей сидеральных культур для картофеля Картофель и овощи. 2010. № 6. С. 9- 10.

¹⁶¹⁷ Батяхина Н. А. Агроэкологическая оценка действия и последствий сидеритов. Земледелие. 2002. № 5. С. 25.

¹⁶¹⁸ Беляк В. Б., Зеленин И. Н., Смирнов А. А., Чернышов А. В. Применение сидерации в Пензенской области. Пенза: РИО ПГСХА, 2005. 28 с.

¹⁶¹⁹ Бирюков Е.В. Влияние агроклиматических условий Тамбовской области на продуктивность сидератов. Агро XXI. 2011. № 4 –5. С. 24-25.

¹⁶²⁰ Бірюков М.В., Каліберда В.М., Карпенко О.Ю. Вплив післяжнивних культур при різних способах їх використання в сівозміні на токсичні властивості ґрунту. Матеріали міжн. науково-практичної конференції «Селекція, насінництво і технології вирощування польових культур». Чернівці. Буковина, 1996. С. 194-195.

¹⁶²¹ Богомоллова Ю.А. Влияние сидеральных культур на баланс элементов питания в светло-серой лесной почве. Нетрадиционные источники и приемы организации питания растений. Нижний Новгород, 2011. С. 96- 99.

¹⁶²² Богословский С.А., Евстратов Л.П. Роль сидерата редьки масличной и нематодоустойчивого сорта картофеля в снижении плотности популяции *Globodera roctochiensis* Woll. Труды Международной заочной научно-практической конференции “Ресурсный потенциал растениеводства – основа обеспечения продовольственной безопасности”– Петрозаводск: Издательство ПетрГУ. 2012. С. 29-31.

¹⁶²³ Василькина Л.Д., Гринченко А.М., Чесняк Г.Я. Влияние сельскохозяйственных культур на биологический круговорот веществ в черноземе мощном Лесостепи УССР. В кн.: Плодородие почв и эффективность почв и удобрений. Киев: Урожай, 1972. С. 121- 123.

¹⁶²⁴ Використання редьки олійної. Сайт: досвід органічного землеробства [Електронний ресурс] – режим доступу: http://orgzem.zo.net.ua/?page_id=1916.

¹⁶²⁵ Використання редьки олійної. [Електронний ресурс] – режим доступу: http://orgzem.zo.net.ua/?page_id=1916.

¹⁶²⁶ Виновець В.Г., Буділим Г.І., Комарова І.Б. Редька олійна – зелене добриво, кормова і медоносна культура. Науково-практичний щорічник. “Посібник українського хлібороба 2012”. К., 2012. С. 299- 300.

¹⁶²⁷ Витанова И. Влияние на зеленото терене вверху химичния сьсав на почвата и листата на сливови дървета. Растениевъдни науки. 1987. Т. XXIV. № 6. С. 19-20.

¹⁶²⁸ Властивості кормових капустових культур. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://hitagro.ru/kormovye-kapustnye-kultury/>.

¹⁶²⁹ Возняковская Ю.М., Попова Ж.П., Петрова Л.Г. Сидеральные удобрения – регуляторы почвенно-микробиологических процессов в условиях почвоутомления. Докл. ВАСХНИЛ. 1988. 32. С. 6-9.

¹⁶³⁰ Вплив довготривалого поєднання систем обробітку ґрунту і добрив в польовій сівозміні на біологічну активність ґрунту. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://studies.com.ua/raznoe/vpliv-dovgotrivalogo-po-dnannya-sistem-obrob-tku-gruntu-dobriv-v-polov-y-s-vozm-n-na-b-olog-chnu-aktivn-st-gruntu.html>.

¹⁶³¹ Графская Г.А., Величко В.А. Эффективность мелиорантов на загрязнённых тяжёлыми металлами почвах. Агрехимический вестник.-1998. №1. С. 37-38.

¹⁶³² Гребенников А.М. Значение фактора смешивания посевов в сидеральных агрообществах на типичном черноземе. Агрехимический вестник. 2011. № 3. С. 17-19.

¹⁶³³ Греков В. О., Дацько Л. В. Переваги та недоліки зелених добрив/ [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://a7d.com.ua/plants/1108-perevagi-ta-nedoliki-zelenikh-dobriv.html>.

¹⁶³⁴ Гродзинский А. М. Санитарная роль крестоцветных культур в севообороте. Аллелопатия и продуктивность растений. К.: Наукова думка, 1980. С. 3-14.

- ¹⁶³⁵ Гудзь В. П., Міщенко Ю. Г., Прасол В. І., Муха Л. В. В. Г. Дідора, Р. Б. Кропивницький Вплив сидерату і способів основного обробітку ґрунту на об'ємну масу та водоспоживання посівів картоплі [Електронний ресурс]. Наукові доповіді НУБіП. 2011-7 (23), режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11krbcsp.pdf.
- ¹⁶³⁶ Гуляка М. Использование сидеральных удобрений и соломы при возделывании сахарной свеклы, Сейбіт. – Минск, 2003. № 1. С. 12- 13.
- ¹⁶³⁷ Данилюк В., Вислободська М. Ефективність використання сидератів і соломи у вирощуванні цукрових буряків. Вісник Львівського НАУ. 2011. № 15. С. 51-55.
- ¹⁶³⁸ Деструкція сидератів. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://orgzem.zo.net.ua/?p=1225>.
- ¹⁶³⁹ Довбан К. Повышение плодородия почв с применением сидератов. Сейбіт. – Минск, 2002. № 4. С. 4-7.
- ¹⁶⁴⁰ Довбан К. И. Применение сидератов в интенсивном земледелии. Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений. Горки, 2003. Ч.2. С. 79- 83.
- ¹⁶⁴¹ Довбан К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии. Минск: Белорусская наука, 2009. 404 с.
- ¹⁶⁴² Дудкина Е. Коктель из покровных культур – питание для почвы. Зерно. 2010. № 11. С. 32-34.
- ¹⁶⁴³ Дяченко О.А., Беренда Н.Є. Сидерати – зелене добривоченко. Агроном. 2011. № 1. С. 215- 217.
- ¹⁶⁴⁴ Елсуков М. П., Рогов М. С. Однолетние кормовые растения и плодородие почвы. Земледелие. 1960. Вып. 2 С. 61- 64.
- ¹⁶⁴⁵ Ермантраут Е.Р., Міщенко Ю.Г. Післяжнивні сидерати і мікробіологічна активність ґрунту. Зб. наук. пр. Подільського ДАТУ. 2007. Вип. 15. С. 16-19.
- ¹⁶⁴⁶ Ефективність органо-біологічної системи вирощування культур у польовій сівозміні Південної частини Лісостепу України: зб. наукових праць “Раціональне землекористування культивованих та еродованих земель” / О. І. Зінченко, А. В. Коротеєв, А. О. Січкара та ін. Дніпропетровський ДАУ. 2006. 248 с.
- ¹⁶⁴⁷ Жирмунская Н. М. Все о сидератах. Центр экологического земледелия. Днепропетровск, 2006. 60 с.
- ¹⁶⁴⁸ Зезюков Н.И., Острецов В.Е. Сохранение и повышение плодородия чёрноземов. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное и-ство, 1999. 312 с.
- ¹⁶⁴⁹ Зеленин И. Н. Яровые культуры для сидеральных паров. Достижения науки и техники АПК. 2009. № 5. С. 38-39.
- ¹⁶⁵⁰ Зеленин И. Н. Эффективность смесей бобово-капустных культур в звене сидеральный пар – озимая пшеница. Земледелие. 2011. № 8. С. 38-40.
- ¹⁶⁵¹ Зелене добриво – важливий захід підвищення родючості та урожайності сільськогосподарських культур в умовах біологізації землеробства : навч. посіб / уклад.: М.С. Чернілевський; ДВНЗ «Держ. агрокол. ун-т». Житомир, 2008. 135 с.
- ¹⁶⁵² Зінченко О. І. Кормовиробництво. 2 – е вид., доп. і перероб. К.: Вища освіта, 2005. 448 с.
- ¹⁶⁵³ Казанцев В. П. Использование капустных культур на зелёное удобрение в Сибири. Земледелие. 1998. № 4. С. 22.
- ¹⁶⁵⁴ Какое удобрение лучше? Сидераты! Под ред. П. Н. Трофименко. Справочник, 2-е изд., доп. К., 2009. 80 с.
- ¹⁶⁵⁵ Карпенко О. Ю., Кротінов О. П. Протибур'янова ефективність післяжнивних посівів на зелене добриво. Зб. наук. пр. Науковий вісник НАУ. К., 1997. № 2. С. 86-89.
- ¹⁶⁵⁶ Карпенко О. Ю., Кротінов О. П., Самкова О. П. Післяжнивні сидерати і алелопатія: Науч. тр. КГАУ. Сельскохозяйственные науки. Симферополь. 2002. Вып. 72. С. 54 -58.

- ¹⁶⁵⁷ Картамышев Н. И. Пожнивные сидераты на серых лесных почвах. Земледелие. 2000. № 6. С. 23.
- ¹⁶⁵⁸ Кириченко В.В., Костромітін В.М., Колісник В.І. Перспектива та впровадження технологій з використанням сидеральних культур. Посібник українського хлібороба. 2009. С. 204- 207.
- ¹⁶⁵⁹ Киселёв М. В. Влияние капустных сидератов на урожайность, качество картофеля и биометрические показатели плодородия почвы в условиях Северо-Запада РФ. Плодородие. №1 (64). 2012. С. 23-25.
- ¹⁶⁶⁰ Кисилёв М. В. Оценка некоторых видов сидератов семейства капустных в условиях Северо-Запада РФ: автореф. дис... кандидата с.-х. наук. 06.01.01 – общее земледелие. Санкт-Петербург, 2012. 18 с.
- ¹⁶⁶¹ Кліщенко С. Редька олійна відроджує родючість виснажливих ґрунтів. Агроexpert. 2009. № 3. С. 14-16.
- ¹⁶⁶² Ковалев В.П., Ботяновский Е В. Влияние пожнивных посевов редьки масличной на физические и агрохимические свойства почвы. Агрохимия. 1990. № 5. С. 82-85.
- ¹⁶⁶³ Коржов С. И. Сидераты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов: монография / С. И. Коржов, С. И. Верзилин, В. В. Королев. Воронеж, 2011. 98 с.
- ¹⁶⁶⁴ Корма России. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://vidkormov.narod.ru/card/n779.html>.
- ¹⁶⁶⁵ Криворученко Э. П. Использование редьки масличной. Кормопроизводство. 1995. № 3. С. 19-21.
- ¹⁶⁶⁶ Кузин Е.Н., Гришин Г. Е., Ильвачев Ю.Л. Сидераты повышают плодородие чернозёмных почв. Земледелие. 1990. № 3. С. 15-16.
- ¹⁶⁶⁷ Кузнецов А. В., Раскатов В. А., Будкина С. В. Поглощение тяжелых металлов из почвы зеленой массой кормовых культур. Агрохимический вестник. 2011. №3. С. 32-33.
- ¹⁶⁶⁸ Кукреш Л. В., Бысов Н. С. Фитоценотический метод борьбы с пыреем ползучим. Интенсификация земледелия и ее влияние на экологию: Тез. докл. науч. конф. г. Жодино, 25 мая 1989 г. Минск, 1989. С. 14-16.
- ¹⁶⁶⁹ Лапа В. В. и др. Влияние зеленых удобрений на содержание гумуса в дерново-подзолистой супесчаной почве. Почвоведение и агрохимия. Минск, 2002. Вып. 32. С. 191-197.
- ¹⁶⁷⁰ Лапа В. В. Влияние различного использования зеленой массы, редьки масличной, соломы, минеральных удобрений на продуктивность звена севооборота на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве. Почвоведение и агрохимия. 2011. № 1(46). С. 104-115.
- ¹⁶⁷¹ Лебедева Т. Б. Трансформация биомассы сидеральных культур в черноземе выщелоченном / Т. Б. Лебедева, Ю. В. Корягин. Вестник СГАУ. 2005. № 4. С. 17- 18.
- ¹⁶⁷² Леднев Н.А., Ковриго В.П., Леднев А.В. Влияние удобрений и сидерата на воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв. Вестник РАСХН. 2012. № 3. С. 21-24.
- ¹⁶⁷³ Лошаков В. Г. Роль промежуточных культур в интенсивном севообороте. Сельское хозяйство России. 1976. № 6. С. 34-36.
- ¹⁶⁷⁴ Лошаков В. Г., Личко Н.М. Влияние зелёного удобрения на урожайность и технологические свойства зерна озимой пшеницы и ярового ячменя. Зерновые культуры. 1999. № 3. С. 13-18.
- ¹⁶⁷⁵ Лошаков В. Г., Николаев В.А.. Изменение агрофизических свойств дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при длительном применении пожнивного зеленого удобрения. Известия ТСХА. 1999. № 2. С. 29.
- ¹⁶⁷⁶ Майстренко Н. Н. Эффективность сидеральных смесей под картофель. Земледелие. 2010. № 5. С. 35- 36.

- ¹⁶⁷⁷ Максимова С. Л., Васько А. С. Удобрительная ценность различных удобрений в органическом растениеводстве. В сб.: Вермокомпостирование и вермокультивирование как основа экологического земледелия XX века: достижения, проблемы, перспективы. Сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции ведущих учёных, специалистов, предпринимателей и производителей 10 – 14 июня 2013 г. / ред. Кол.: С.Л. Максимова [и др.]. Минск, 2013. С. 44- 51.
- ¹⁶⁷⁸ Маркелова А. В., Гуцол А. В. Ефективність заготівлі силосованих хрестоцвітних кормів у суміші зі злаковими. Вісник Житомирського Національного агроекологічного університету. 2013. № 1. С. 267-275.
- ¹⁶⁷⁹ Масличная редька. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://agrofak.com/rastenievodstvo/maslichnye-kultury/maslichnaya-redka.html>.
- ¹⁶⁸⁰ Масличная редька – уникальный сидерат [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://ogorod.usadbaonline.ru/ru/2014mar/plants/2299/>.
- ¹⁶⁸¹ Масличная редька вырастет и на песке // [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.kp.by/daily/25743/2731119/>.
- ¹⁶⁸² Матвеева Н. В. Влияние фитохимической мелиорации на структурное состояние и "дыхание" светло-серых лесных почв Предбайкалья: автореф. дис...канд. с.-х. наук 06.01.03 – агропочвоведение и агрофизика/ Наталья Владимировна Матвеева. Иркутск, 2006. 20 с.
- ¹⁶⁸³ Матюк Н. С., Гогмачадзе Г. Д., Солдатова С. С., Безуглов В. Г. Роль сидератов в экологизации и биологизации земледелия. АгроЭкоИнфо. 2010. №1. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2010/1/st_02.doc. – 0421000076/0001.
- ¹⁶⁸⁴ Мельничук А. О. Післяжнинні сидеральні культури – надійне джерело органічної речовини для покращення родючості ґрунту [Електронни ресурс]. Режим доступу: <http://agrodovidka.info/post/5595>.
- ¹⁶⁸⁵ Милюткин В. А. Использование сидератов в лесостепи Поволжья [Текст] / В. А. Милюткин, А. А. Марковский, Р. С. Науметов. Земледелие. 1999. № 6. С. 22-23.
- ¹⁶⁸⁶ Нарушева Е. А. Влияние сидерации на свойства чернозема выщелоченного лесостепного Поволжья. [Электронный ресурс] – режим доступа: (www.agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2011/2/st_19.doc).
- ¹⁶⁸⁷ Науменко Р. В. Агроэкологические и экономические аспекты возделывания сидеральных культур в лесостепной зоне Среднего Поволжья: автореф. дис. на соискание научной степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09 – Растениеводство. Кинель, 1997. 27 с.
- ¹⁶⁸⁸ Недзинскене Т. Влияние зеленого удобрения на урожай картофеля. Проблемы питания растений и использование удобрений в современных условиях. Минск, 2000. С. 349-351.
- ¹⁶⁸⁹ Недзинскене Т. Ю., Недзинскас А.П. Роль сидеральных культур в окультуривании дерново-подзолистых супесчаных почв. Почвы и их плодородие на рубеже столетий. Минск, 2001. Кн. 2: Актуальные проблемы плодородия почв в современных условиях. С. 222- 224.
- ¹⁶⁹⁰ Немов А. Редька с маслом земле на пользу. Приусадебное хозяйство. 2005. № 7. С. 45.
- ¹⁶⁹¹ Никончик П. И., Вострова Э. Г. Поступление в почву органической массы и питательных элементов с корневым и пожнивными остатками промежуточных культур. В кн.: Пути повышения урожайности полевых культур. М.: Ураджай, 1980. С. 53-57.
- ¹⁶⁹² Никончик П. И. Накопление биомассы, потребление и возврат в почву элементов питания в севооборотах с промежуточными культурами. Известие Академии аграрных наук Республики Беларусь. № 4. 2001. С.34-37.
- ¹⁶⁹³ Никончик П. И. Промежуточные культуры в севооборотах как средство улучшения использования климатических ресурсов и повышения устойчивости земледелия . Земляробства і ахова раслін. 2010. № 2. С. 9 – 11.
- ¹⁶⁹⁴ Новиков А. И., Лопачёв Н. А., Панова А. Н. Роль сидератов в воспроизводстве плодородия почв Верхневолжья. Вестник ОрелГАУ. 2011. 4 (31). С. 10 -11.

- ¹⁶⁹⁵ Новые и малораспространенные кормовые культуры. Киев: Укр. НИИ Земледелия, 1982. 82 с.
- ¹⁶⁹⁶ Огородничество: редька масляная — лучшая соседка для картофеля. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://supersadovnik.net/ogorodnichestvo-redka-maslyanaya-luchshaya-sosedka-dlya-kartofelya/>
- ¹⁶⁹⁷ Оздоровление почвы с помощью сидерата - редьки масличной. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://antonovitch-lena.narod.ru/index/0-60>.
- ¹⁶⁹⁸ Органічне зелене добриво. [Электронный ресурс] – режим доступа: http://orgzem.zo.net.ua/?page_id=1916.
- ¹⁶⁹⁹ Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області. / Антонєць С. С., Антонєць А. С., Писаренко В. М. [та ін.]. Полтава : Камелот, 2010. 198 с.
- ¹⁷⁰⁰ Осенний Н. Г., Ильин А. В., Веселова Л. С. Влияние длительного применения различных систем обработки почвы, удобрения, гербицидов, сидератов и соломы на урожайность льна масличного. Сб. науч. тр. ЮФ «КАТУ» НАУ. Сельскохозяйственные науки. 2007. Вып. 104. С. 38-45.
- ¹⁷⁰¹ Перспективи застосування зеленого добрива (сидератів) на Хмельниччині (методичні рекомендації).. Самчики: Хмельницька ДСГДС ІКСГП НААН. 2013. 24 с.
- ¹⁷⁰² Перчук В.В. Взаємодія рослин кукурудзи з бур'янами при застосуванні різних видів сидератів та систем основного обробітку ґрунту в Лісостепу України: автореф дис...кандидта с.-г. наук 06.01.01 – загальне землеробство. Національний аграрний університет, Київ, 2008. 18 с.
- ¹⁷⁰³ Петров А. М. Сидераты в зерносвекловичном севообороте. Сахарная свекла. 2004. № 3. С. 26-27.
- ¹⁷⁰⁴ Печенюк В., Хомовий М., Галицька Г. Зміна фізичних властивостей ґрунту залежно від вирощування сидеральних культур в міжрядях саду. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://www.stelmaschuk.info/archive-internet-conference/65-conferencia-17-10-2013/847-847.html>.
- ¹⁷⁰⁵ Пилипенко М. И. Использование излишков соломы в сочетании с редькой масличной на зеленое удобрение. Весці Акад.аграр.навук Рэсп.Беларусь. Вып 56. 2011. С. 81*- 85.
- ¹⁷⁰⁶ Пилюк Я. Э. Основные приемы возделывания редьки масличной на корм.: дис...кандидата с.-г. наук / Пилюк Ядига Эдвардовна. Кодино, 1984. 204 с.
- ¹⁷⁰⁷ Пироговская Г. В., Сороко В. И., Русалович А. М. и др. Влияние сидератов на продуктивность сельскохозяйственных культур и плодородие дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава. Почва – удобрение – плодородие. Минск, 1999. С. 125 -127.
- ¹⁷⁰⁸ Писаренко В. В. і ін. Еколого-економічна ефективність використання сидератів. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 3. 2012. С. 122- 126.
- ¹⁷⁰⁹ Підбір сидератів у сівозмінах для різних ґрунтово-кліматичних зон України. Екологія: Проблеми адаптивно-ландшафтного землеробства. Доповіді учасників II міжнародної науково-практичної конференції 20-22 червня 2006 року./ Л. Дацько, О. Щербатенко. Івано-Франківськ, 2006. С. 84.
- ¹⁷¹⁰ Поліпшення родючості, структури, якості ґрунту людиною. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://e-ogo.com.ua/polipshennja-rodjuchosti-strukturi-jakosti-gruntu/>.
- ¹⁷¹¹ Поспах П. Р. Перспективс сидерации. Сахарная свекла. 1989. № 5. С. 9 -11.
- ¹⁷¹² Поспелов С., Самородов В. Сидерация: восстанавливаем почву, улучшаем будущий урожай. Зерно. 2011. № 1. С. 16- 22.
- ¹⁷¹³ [Про органику общения. Масличная редька](http://tania-meduza.livejournal.com/72431.html) [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://tania-meduza.livejournal.com/72431.html>.

¹⁷¹⁴ Прозект: Редька масличная в занятых парах – кормовая культура. [Электронный ресурс] режим доступа: <http://www.ideasandmoney.ru/Ntrr/Details/144719>.

¹⁷¹⁵ Рассохина В. В. Биологическая активность дерново-подзолистой почвы при применении разных форм азотных удобрений и сидератов. Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений. Горки, 2003. Ч. 1: Проблемы воспроизводства почвенного плодородия. С. 134 – 136.

¹⁷¹⁶ Растения-сидераты. Как правильно подобрать их для участка. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.lubludachu.ru/advice/1117-rasteniya-sideraty-kak-pravilno-podobrat-ikh-dlya-uchastka.html>.

¹⁷¹⁷ Рахметов Д. Б., Горобець С. О. Алелопатична роль альтернативних сидеральних культур у функціонуванні агрофітоценозів. Вісник аграрної науки. 2000. № 10. С. 22- 24.

¹⁷¹⁸ Рахметов Д. Сидераты – удобрения и борцы с сорняками. Зерно. 2012. № 10. С. 48-55.

¹⁷¹⁹ Рахметов Д. Б. Роль алелопатії в агрофітоценозах. Зерно.2012. № 11. режим доступа: <http://pesticidov.net/articles/bio/4070/>.

¹⁷²⁰ Рахметов Д. Б. Трави, які проростають у майбутнє. Земля 2000. від 23.03.2013. С. 7.

¹⁷²¹ Роль сидератов в сохранении плодородия черноземных почв / [Н. П. Юмашев, И. А. Трунов, А. П. Полтинин, В. А. Дубовик]. АГРО XXI. 2008. № 10/12. С. 36- 37.

¹⁷²² Сидераты. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.agrocounsel.ru/sideraty>.

¹⁷²³ Сидераты осенью Пусть расцветают все цветы. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://prein.ru/teplica/teplica26.html>.

¹⁷²⁴ Сидерация: обзор культур. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.v-sadu.ru/page/sideraciya-obzor-kultur.html>.

¹⁷²⁵ Силецкий В. П. Влияние предшественников озимой пшеницы на водно-физические свойства почвы в условиях орошения. Экологические основы онтогенеза природных и культурных сообществ Евразии. Материалы XIV научной международной конференции. Херсон: Айлант, 2002. С. 52- 55.

¹⁷²⁶ Синих Ю. Н. Влияние длительного применения зеленого удобрения на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность зерновых севооборотов.Труды Моск. с.-х. акад. им. К.А.Тимирязева. 1995. С. 41-45.

¹⁷²⁷ Скируха А. Ч. Накопление послеуборочных остатков основными полевыми культурами в севооборотах и содержание в них элементов питания. Наука – производству: материалы науч.-практ. конф. Гродно, 1998. С. 435 -441.

¹⁷²⁸ Смяян Н. И. Влияние гранулометрического состава дерново-подзолистых почв на урожайность редьки масличной. Науч. – произв. конф. "Почва – удобрение – плодородие". Минск, 1999. С. 57.

¹⁷²⁹ Смяян Н. И. Зависимость урожайности редьки масличной, возделываемой на зеленую массу, от гранулометрического состава и степени увлажнения почв. Актуальные проблемы адаптивной интенсификации земледелия на рубеже столетий : Материалы международной научно-практической конференции. Минск, 2000. С. 252- 254.

¹⁷³⁰ Смяян Н. И. Оценка дерново-подзолистых почв Беларуси под редьку масличную, возделываемую на зеленую массу. Современные проблемы использования почв и повышения эффективности удобрений: Материалы международной научно-практической конференции. Горки, 2001. Ч.1. С.179- 180.

¹⁷³¹ Снопов А. Н. Использование редьки масличной в качестве сидерального удобрения под картофель. Пути интенсификации земледелия в условиях радиационного загрязнения Могилевской области. Дашковка, 1998. С. 58- 61.

- ¹⁷³² Снопов А. Н. Использование сидеральных удобрений при возделывании картофеля. Актуальные проблемы адаптивной интенсификации земледелия на рубеже столетий. Минск, 2000. С. 356-359.
- ¹⁷³³ Собрал урожай – засей грядки сидератами. Сияние Земли. 2013. № 29. С. 1-2.
- ¹⁷³⁴ Солодун В. И. Эффективность удобрений растительного происхождения. Ресурсы повышения эффективностисельскохозяйственного производства в Приангарье: Рекомендации. Иркутск: ВостСибкнига, 2002. С. 181-185.
- ¹⁷³⁵ Сороко В. И., Пироговская Г. В., Русалович А. М. Влияние зеленых удобрений на плодородие дерново-подзолистых песчаных почв. Почвы и их плодородие на рубеже столетий. Минск, 2001. Кн. 2: Актуальные проблемы плодородия почв в современных условиях. С. 278-280.
- ¹⁷³⁶ Стариков Х. Н., Романович А. С. Использование сидеральных культур при окультуривании осушенных почв. Рациональное использование и охрана мелиоративных земель. М., 1988. С. 131-137.
- ¹⁷³⁷ Старинський Г. В. Зелене добриво в сучасному землеробстві. Зб. наук. пр. Подільського ДАТУ. 2011. Вип. 19. С. 65-72.
- ¹⁷³⁸ Степуро М. Ф. Продуктивность специализированных овоще-кормовых севооборотов с различным насыщением сидератами, многолетними травами, зерновыми и овощными культурами. Земляробства і ахова раслін. Минск, 2011. № 4. С.8-11.
- ¹⁷³⁹ Степуро М. Ф. Влияние однолетних и многолетних сидеральных культур в сочетании с минеральными и органическими удобрениями на ризосферные микробоценозы капусты и свеклы столовой. Земляробства і ахова раслін. Минск, 2011. № 6. С. 75-77.
- ¹⁷⁴⁰ Стецюк О. П. Особливості системи удобрення і технології обробітку ґрунту на продуктивних хмільниках при вирощуванні у міжрядях сидеральної культури. Вісник Черкаського інституту агропромислового виробництва. 2005. № 5. С. 54-60.
- ¹⁷⁴¹ Суrow Г. П. Сидераты на приусадебном участке. Фермер. 2006. № 6. С. 21.
- ¹⁷⁴² Сучасні технології відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності агро-екосистем (Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва) [Текст] / За ред. Ю.О. Тараріко. К.: Аграрна наука, 2004. 126 с.
- ¹⁷⁴³ Технологія відтворення родючості ґрунту в сучасних умовах / За ред. С. М. Рижука, В.В. Медведева. Харків, 2003. 213 с.
- ¹⁷⁴⁴ Трофименко Т. І., Білан Д. А. Інтенсивність дихання та емісія CO₂ із дернового глибокого глеюватого ґрунту залежно від продуктивності сидеральних культур. Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 81. 2014. С. 34-39.
- ¹⁷⁴⁵ Тужилин В. М. Сидеральные культуры для Нечерноземной зоны. Химизация сельского хозяйства. 1990. №5. С. 26-27.
- ¹⁷⁴⁶ Ульянчик В. И., Кобринец С. Н., Гончаревич Т. В. Роль зелёной массы, растительных остатков редьки масличной, соломы и минеральных удобрений на продуктивность картофеля и ячменя. Почва – удобрение – плодородие – урожай: материалы Международной научно-практической конференции 16 – 18 февраля 2009 г. Национальная академия наук Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Институт почвоведения и агрохимии, Белорусское общество почвоведов. Минск, 2009. С. 221-223.
- ¹⁷⁴⁷ Ульянчик В. И., Кобринец С. Н., Пироговская Г. В. Влияние промежуточных культур, соломы, минеральных удобрений на урожайность и продуктивность звена севооборота на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве. Почвоведение и агрохимия. – Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Беларуси. Минск, 2007. № 1 (38). С. 172-181.
- ¹⁷⁴⁸ Усеня Ю. А. Накопления растительных остатков сельскохозяйственными культурами. Земледелие. 1998. № 6. С. 26.

¹⁷⁸⁷] представлені у вигляді зведеної *таблиці 3.3.*

¹⁷⁴⁹ Ушкаренко В. О., Сілецький В. П. Використання кормових капустияних культур як зелене добриво під зрошувану озиму пшеницю. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2002. Вип. 23. С. 3-6.

¹⁷⁵⁰ Феттер Х. Влияние пожнивных остатков на плодородие почвы. Сельское хозяйство за рубежом. 1957. № 10. С. 88-93.

¹⁷⁵¹ Фещун О. В. Роль післяжнивної сидерації у накопиченні органічної речовини ґрунту. Науковий вісник НУБіП України. 2011. Вип. 162. Ч. 2. С. 51-56.

¹⁷⁵² Хади Р. М. Эффективность применения сидератов под сахарную свеклу. Состояние и пути развития производства сахарной свеклы в Республике Беларусь. Минск, 2003. С. 81-86.

¹⁷⁵³ Хади Р. М. Разработаны приемы повышения плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы на основе использования сидератов. Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – УО Гродненский государственный аграрный университет. Гродно, 2006. Т. 1. С. 441-445.

¹⁷⁵⁴ Хорошие и плохие соседи на огородной грядке. Сост. Н. М. Жирмунская. М.: Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 1995. 52 с.

¹⁷⁵⁵ Хох Н. А. Зеленое удобрение – эффективный способ повышения урожайности картофеля и сахарной свеклы. Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. Гродно, 2005. №. 4. Ч. 1: Агрономия. С. 316-319.

¹⁷⁵⁶ Хуснидинов Ш. К. Сидерация в Иркутской Области: Учебное пособие. Иркутск, 1997. 83 с.

¹⁷⁵⁷ Хуснидинов Ш. К. Нетрадиционные сидеральные культуры и плодородие почв Прибайкалья. Иркутск: Ир-ГСХА, 1999. 185 с.

¹⁷⁵⁸ Царенко В. П., Киселёв М. В. Влияние различных видов сидератов на урожайность и качество картофеля в условиях северо-запада РФ. Материалы Международного конгресса «Агрорусь 2010». СПб, 2010. С. 155.

¹⁷⁵⁹ Царенко В. П., Киселёв М. В. Влияние комбинированного и прямого использования капустных сидератов на урожайность и плодородие почвы в системе звена севооборота «сидераты-картофель-ячмень» в условиях Северо-Запада РФ. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. № 26. СПб. 2012. С. 48-54.

¹⁷⁶⁰ Целовальников А. А. Экологическая роль промежуточных сидеральных культур. Аграрная наука. 2006. № 9. С. 17-19.

¹⁷⁶¹ Цицюра Т. В. Редька олійна як компонент екологічно безпечних технологій та екологічної реабілітації порушених земель. Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції “Раціональне використання екосистем: боротьба з опустелюванням і посухою”. Миколаїв: Миколаївська ДСДСІЗЗ, 2013. С. 21-24.

¹⁷⁶² Чернілевський М. С. Зелене добриво – важливий захід підвищення родючості та урожайності культур в умовах біологізації землеробства. Житомир, 2003. 124 с.

¹⁷⁶³ Шаламова Е. Л. У редьки масличной большие перспективы. Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий. Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2013. С. 355 -357.

¹⁷⁶⁴ Шарапа Г. Сидераты в современной земледелии Украины. Настоящий хозяин. 2011. № 6. С. 58-63.

¹⁷⁶⁵ Шлапунов В. Н., Пиллюк Я. Э. Влияние минеральных удобрений на накопление в почве минеральных остатков редьки масличной. Агрехимия. 1986. № 11. С. 73-75.

¹⁷⁶⁶ Шрамко Н. В. Концептуальные основы адаптивного землепользования дерново-подзолистых почв Ивановской области. Актуальные вопросы землеустройства и землепользования в Ивановской области. Информ. Бюллет. Иваново: Ивановская ГСХА им. академика Д. К. Беляева, 2009. Вып. 7. С. 101-102.

Ряд з перелічених і предсталених позитивних чинників деталізовані в послідуєчому описі.

¹⁷⁶⁷ Шувар І. А. Зелені добрива: стан і перспективи використання. Львів: Львівський ДСГІ, 1994. 19 с.

¹⁷⁶⁸ Шувар І. Види сидератів [Електронний ресурс]. Агробізнес сьогодні. № 3 (274). 2014. – електронний доступ: <http://www.agro-business.com.ua/2010-06-11-12-53-00/2046-2014-02-26-13-24-08.html>.

¹⁷⁶⁹ Шувар І. А. Биологическое земледелие на пути усовершенствования энергетической системы "грунт-добрива-рослина". Сельский хозяин. 2005. № 7-8. С. 23-25.

¹⁷⁷⁰ Шувар І. А. Наукові основи підвищення продуктивності сівозмін та родючості ґрунту в традиційному і біологічному землеробстві західного Лісостепу України: Автореф. докт. дис... с.-г. наук: 06.01.01.– загальне землеробство. К., 2005. 37 с.

¹⁷⁷¹ Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / За ред. професора Дж. Хофмана, академіка М. М. Городнього. К.: Арістей, 2004. 488 с.

¹⁷⁷² Chen G., Weil R. R. Penetration of cover crop roots through compacted soils. 2010. Plant and Soil. 331: 31–43. (Available online at: <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-009-0223-7>).

¹⁷⁷³ Chen G. Alleviation of soil compaction by Brassica cover crops. PhD Dissertation. University of Maryland. 2009. (Available online at: http://www.lib.umd.edu/drum/bitstream/1903/9517/1/Chen_umd_0117E_10536.pdf).

¹⁷⁷⁴ Cover Crops: Oilseed Radish. [Електронний ресурс] – режим доступу: http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/cover_crops01/oil_radish.htm.

¹⁷⁷⁵ Dawson P. M., Elliott D. C., Elliott W. H., Jones K. M. Data for Biochemical Research. Oxford Clarendon Press, 1986. 544 p.

¹⁷⁷⁶ Dean J. E., Weil R. R. Brassica cover crops for nitrogen retention in the Mid-Atlantic coastal plain. 2009. Journal of Environmental Quality 38: 520–528. (Available online at: <http://dx.doi.org/10.2134/jeq2008.0066>).

¹⁷⁷⁷ Enderlen H. Zuchtungsfortschritt und seine Nutzung bei Futtergrasern und Futterkruziferen. Feldwirtschaft, 1988. T. 29. № 12. P. 557 -559.

¹⁷⁷⁸ Gambus F. Wpływ obornika, słomy i węgla brunatnego na fitoprzyswajalność metali ciężkich. Zeszyty nauk. Szczecin, 1996. № 172. P. 131-137.

¹⁷⁷⁹ Jurkowska H. Wpływ dawki azotu na zawartość składników mineralnych w różnych gatunkach roślin. Gz. 1. Makroelementy. Rolnictwo. Krakow, 1991. Z. 29. P. 33-49.

¹⁷⁸⁰ Kremen A. Nitrogen mineralization from Brassica cover crops. 2006. MS. thesis. University of Maryland. (Available online at: <http://www.lib.umd.edu/drum/bitstream/1903/3821/1/umi-umd-3666.pdf>).

¹⁷⁸¹ Lawley Y. Weed suppression by forage radish winter cover crops. 2010. PhD thesis. University of Maryland. (Available online at: <http://hdl.handle.net/1903/10414>).

¹⁷⁸² Lanza F. Cropping system with low environmental impact and energy needs. Arm. Ist. Sper. agron. 1992. 23. P. 54.

¹⁷⁸³ Nedzinskas A. Seklos normos, tarpueiliu plocio ir tresimo azotu itake seklaui auginamiems aliejiniams ridikams. Zemdirbyste. Akademija, 2000. T. 69. P. 85 -89.

¹⁷⁸⁴ Nehany G. L. A talajtermekenység szempontjából értékes zoldtrágyanövény termőkepessegenek. Acta agron. Ovariensis. Mosonmagyaróvár, 2003. Vol. 45. № 1. P. 3 -16.

¹⁷⁸⁵ Poorter H., Niklas K., Reich P., Oleksyn J. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. New Phytologist. 2012. Vol. 139. P. 30 -50.

¹⁷⁸⁶ Romanovskaya D. The impact of green manure on mineral nitrogen reserves in soil. Почвоведение и агрохимия. Минск, 2005. № 1(34). С. 301-304.

¹⁷⁸⁷ Weil R. R., Williams S. A. Brassica cover crops to alleviate soil compaction. Fact Sheet [Online]. Univ. of Maryland, College Park. 3T 2003 – <http://www.enst.umd.edu/files/weilbrassicacovercrops.doc3T>.

Таблиця 3.3

Характеристика редьки олійної як сидеральної культури у випадку систематичного застосування впродовж ротації сівозміни
(по зведених даних літературних джерел за 1960 – 2021 рр.)

Варіанти сидерації	Всі можливі: основна, післяукісна, післяжнивна, проміжна, підзимня зябова тощо
Конкурентоздатність	Дуже висока, у сумісних посівах замає переважно середній та верхній яруси особливо при збільшенні індивідуальної площі живлення
Накопичення рослинної біомаси, т/га	25 – 50
Реакція на додаткове мінеральне удобрення	Позитивна в широкому діапазоні, особливо на азотні форми добрив: приріст від 20 до 180 %, залежно від дози удобрення
Швидкість розкладу біомаси сидерату	Інтенсивний для надземної листостеблової маси та повільний для корневих залишків
Підвищення вмісту гумусу за систематичного використання, %	0,35 – 0,70
Зниження кислотності за величиною рН, од.	0,1 – 0,3
Об'єм емісії вуглекислого газу з ґрунту, %	Підвищення на 18 – 60 %
Коефіцієнт структурності ґрунту	Підвищення в 1,15 – 1,23 рази
Щільність орного шару, г/см ³	Зниження на 12 – 28 %
Загальна пористість ґрунту, %	Підвищення на 10 – 30 %
Капілярна пористість ґрунту, %	Зниження на 8 – 20 %
Кількість водостійких агрегатів ґрунту, %	Підвищується на 3 – 14 % за 3 – 5 річний цикл використання
Доступність важкорозчинних солей та важкозасвоєваних солей ґрунтових мінералів	Підвищується щонайменше на 10 – 15 % за трьохрічний цикл використання
Мікробіологічна активність ґрунту	Підвищення в 1,25 – 1,60 рази, посилюється позитивна мобілізація органічної речовини, прискорюється розклад соломи та інших післяжнивних решток
Тепловий баланс ґрунту, °С	Загальна оптимізація зі зниженням амплітуди (нічні – денні)
Зниження чисельності ґрунтових нематод, цист/м ³ ґрунту	Загальне зниження в 1,3 – 2,0 рази
Зниження загальної забур'яненості поля, шт./м ²	Загальне зниження від 30 до 95 %

1	2
Зниження чисельності пирію, шт./м ²	Загальне зниження від 40 до 78 %
Тип забур'яненості поля	Змінюється в сторону переважання бур'янів пізньоярої однорічної групи
Накопичення амінокислот та активних біологічних хімічних реагентів у ґрунтах	Підвищення вмісту сірковмісних амінокислот, збільшення концентрації брасинотероїдів, інгібіторів, антиоксидантів, цілого ряду алелопатичних речовин та ін.
Баланс окисно–відновного потенціалу ґрунту	Нормалізація в сторону слабокисилої–нейтральної реакції
Швидкість настання фізичної стиглості ґрунту	Пришвидчення на 1 – 3 дні залежно від типу ґрунту
Баланс макроелементів, кг/га	Підвищення позитивності балансу на 15 – 40 %
Накопичення нітратів у ґрунті, мг/кг	Зниження на 35 – 70 % за регулярної сидерації у сівозміні
Накопичення нітратів у підґрунтових водах, мг/л	Зниження у 10 разів за регулярної сидерації у сівозміні
Накопичення радіоактивних ізотопів (Цезію–137) при сидерації радіоактивно–забруднених зон	Характерний понижений коефіцієнт переходу ізотопів з ґрунту навіть на піщаних та супіщаних ґрунтах
Підвищення урожайності ярих і озимих зернових, ц/га	Загальне підвищення в інтервалі 15 – 60 %
Підвищення урожайності цукрових буряків, ц/га	Загальне підвищення в інтервалі 8 – 25 %
Підвищення урожайності картоплі, ц/га	Загальне підвищення в інтервалі 20 – 45 %
Підвищення урожайності хмелю, ц/га	Загальне підвищення в інтервалі 20 – 35 %
Фітопатологічна ситуація поля	Загальне покращення із зниженням на 1 – 3 бали загальної фітопатологічної оцінки)
Витрати на сидерацію	Порівняно низькі у співставленні з іншими сидеральними культурами
Оптимальна ґрунтово–кліматична зона для сидерації	Оптимум зони достатнього та нестійкого зволоження, за ранніх або ж пізньосінніх строків сівби – також південні і навіть аридні зони. Ґрунтовий покрив – самий широкий діапазон варіантів
Собівартість як сидерату	Нижча порівняно з іншими культурами з родини хрестоцвітих на 22 – 35 %
Наявність ґрунтової вологи для розкладу сидеральної маси	Обов'язкова вимога на рівні щонайменше 55 – 70 % ПВ

У аналізованій бібліографії відмічається, що редька олійна особливо ефективна як сидерат на бідних і важких ґрунтах: покращуються фізичні

властивості ґрунту, зменшується небезпека ураження хворобами (скорочується чисельність ґрунтових шкідників і патогенних мікроорганізмів, наприклад збудників кореневих гнилей і нематод, в 1,5 – 2 рази), підвищується врожайність наступних культур, проходить загальне оздоровлення ґрунту.

Редька олійна позитивно виділяється серед інших культур, що значно знижує чисельність нематод (при вирощуванні нематодостійких її сортів)^{1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799}] (рис. 3.1, табл. 3.4).

Ефективна нематодорегулююча роль редьки олійної доведена в дослідженнях С. А. Богословського і ін.¹⁸⁰⁰ при ивченні заходів зниження цист

¹⁷⁸⁸ Алексеев В. А. Очищающий эффект нематодоустойчивых сортов картофеля и промежуточных сидеральных культур. Защита и карантин растений. 2012. № 8. С. 32-33.

¹⁷⁸⁹ Бабич А. Г., Сухарева Р. Д., Бабич О. А., Матвієнко О. П. Оптимізація традиційних та адаптивних систем удобрення в осередках поширення цитоутворюючих нематод. В зб.: Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві. К.: НУБіП України, УННІ якості біоресурсів та безпеки життя. 2011. 11 с.

¹⁷⁹⁰ Богословский С. А., Евстратов Л. П. Роль сидерата редьки масличной и нематодоустойчивого сорта картофеля в снижении плотности популяции *Globodera roctochiensis* Woll. Труды Международной заочной научно-практической конференции “Ресурсный потенциал растениеводства – основа обеспечения продовольственной безопасности” Петрозаводск: Издательство ПетрГУ – 2012. С. 29-31.

¹⁷⁹¹ Матвеева Е. М., Сысоева М. И., Шерудило Е. М. Современная технология выращивания и защиты картофеля от картофельной цистообразующей нематоды. Труды Российской школы «Наука и технологии. Итоги диссертационных исследований», М.: РАН, 2009. С. 292-299.

¹⁷⁹² Berendonk C. "Fangen" Nematoden und fixieren Stickstoffe. 1988. Т. 155. № 18. S. 10-11.

¹⁷⁹³ Budahn H. H., Peterka M. Mousa Ali Ahmed, Ding Y., Zhang S., Li J. Molecular mapping in oil radish (*Raphanus sativus* L.) and QTL analysis of resistance against beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*). Theor, Appl, Genet. 118: 2009. 775-782.

¹⁷⁹⁴ Gruver L. S. Soil nematode communities as influenced by cover crops, with a focus on Brassicaceae. 2007. M.S. thesis. University of Maryland. (Available online at: <http://hdl.handle.net/1903/7028>).

¹⁷⁹⁵ Gruver L. S., Weil R. R., Zasada I. A., Sardanelli S., Momen B. Brassicaceous and rye cover crops altered free-living soil nematode community composition. 2010. Applied Soil Ecology 45: 1 – 12. (Available online at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.11.007>).

¹⁷⁹⁶ Muller J. Grunbrache mit resistentem Olrettich zur Bekämpfung des Bubenematoden (*Heterodera schachtii*) / J. Muller. Nachrbl. Dt. Pflzchutzd. 1987. Т. 39. № 10. P. 150-151.

¹⁷⁹⁷ Steddom K, K. Ong. Starr J. Efficacy of various brassica varieties for the suppression of root knot, ring, and stunt nematodes. 2008. Phytopathology 98: S150. (Available online at: <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO.2008.98.6.S9>).

¹⁷⁹⁸ Thierfelder A. Nematode resistance derived from *Raphanus sativus* L. in the genomic background of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Symp. On breeding of oil and protein crops. 1994. P. 1. P. 94 -98.

¹⁷⁹⁹ Budahn H. H., Peterka M. Mousa Ali Ahmed, Ding Y., Zhang S., Li J. Molecular mapping in oil radish (*Raphanus sativus* L.) and QTL analysis of resistance against beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*). Theor, Appl, Genet. 118: 2009. 775-782.

¹⁸⁰⁰ Богословский С. А., Евстратов Л. П. Роль сидерата редьки масличной и нематодоустойчивого сорта картофеля в снижении плотности популяции *Globodera roctochiensis* Woll [Текст] / С. А. Богословский, Л. П. Евстратов. Труды Международной

золотистої картопляної нематоди (ЗКН). Найбільший інгібувальний ефект забезпечило застосування редьки олійної як сидерата у поєднанні із стійкістю рослини-хазяїна.

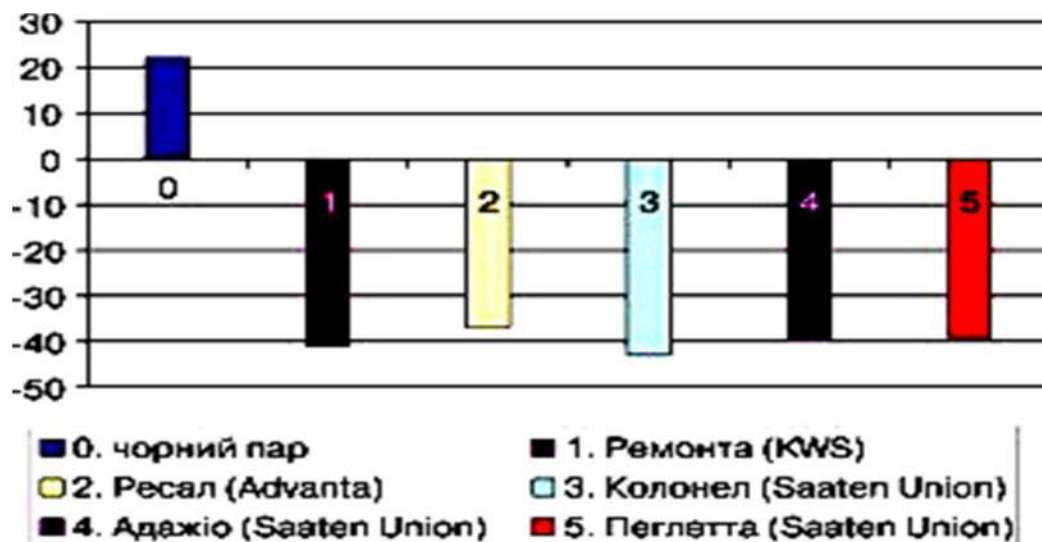


Рисунок 3.1 – Збільшення/зменшення кількості цист і личинок нематоди в 100 г ґрунту, %, під впливом сортів редьки олійної, що вирощується у післяжнивних посівах (IHAR Oddzial Bydgoszcz)¹⁸⁰¹.

Таблиця 3.4

Вплив нематодостійких сортів редьки олійної на чисельність нематоди при вирощуванні як основної культури¹⁸⁰²

Сорт	Оригіатор	Вплив на популяцію нематоди бурякової (+ збільшення, – зменшення)	Швидкість цвітіння: 9 – велика 1 – мала	Швидкість наростання маси: 9 – велика 1 – мала	Висота рослин: 9 – велика 1 – мала
Адажіо	Saaten Union	– 70 – 90 %	2	5	2
Пеглетта	Saaten Union	– 70 – 90 %	7	6	5
Колонел	Saaten Union	– 90 % і більше	5	5	4
Ромеса	St. Ramenda	– 90 %	5	5	5

Найменша життєздатність цист встановлена у варіанті з використанням сидерату редьки олійної та нематодостійкого сорту картоплі (табл. 3.5).

заочної научно-практичної конференції “Ресурсний потенціал ратениеводства – основа забезпечення продовольственої безпеки” – Петрозаводск: Издательство ПетрГУ 2012. С. 29 -31.

¹⁸⁰¹ Лихочвор В. В. Добривна альтернатива. Зерно. № 3. 2008. С. 5-10.

¹⁸⁰² Лихочвор В. В. Добривна альтернатива. Зерно. № 3. 2008. С. 5-10.

Щільність популяції і життєздатність цистЗКН за різних способів очистки субстрату¹⁸⁰³

Варіант	Число цист нового покоління, шт./100 г ґрунту	Коефіцієнт розмноження	Життєздатність цист, %
1. Сорт Невський (К)	3,7	0,55	89
2. Сорт Sante	1,3	0,20	85
3. Редька олійна (сидерат)	2,0	0,30	75
4. Редька олійна + сорт Невський	1,0	0,15	92
5. Редька олійна + сорт Sante	0,3	0,05	83
НІР ₀₅	1,1		

* – відхилення від контролю достовірні $F_{факт} > F_{теор} (2, 61)$.

Інтенсивність розкладення сидеральної маси редьки олійної має свої особливості. Її рослинна маса у більшій частині складається з листя, в якому вищий вміст азоту і вужче відношення вуглецю до азоту, завдяки чому надземна маса швидше розкладається в ґрунті і є для наступної с.–г. культури ґрунтовим живленням першої черги, в той же час корені, навпаки, потовщені і перегнивають вони в останню чергу, ритмічно і поступово забезпечуючи ґрунт і рослину поживними речовинами¹⁸⁰⁴. Крім того, зелена маса при закладенні в ґрунт розкислює його, діючи подібно внесенню вапна, так як має лужну реакцію клітинного соку (рис. 3.2–3.6).

Іноді рослини редьки олійної називають "біологічним плугом", оскільки вони мають потужну стрижневу кореневу систему, яка глибоко проникає в підорні шари (рис.). За сучасних тенденцій використання нульового і мінімального обробітку ґрунту це дуже важливо. За рахунок корневих виділень вона сприяє поглинанню з ґрунтово–вбирного комплексу важкодоступних з'єднань фосфору, калію, кальцію, сірки, які утилізуються наступною в сівозміні с.–г. культурою. Діаметр її кореневої шийки складає 2 – 2,5 см (у гірчиці близько 1 см), що дозволяє проникати в порівнянні з коренями гірчиці значно глибше, навіть на важких по механічному складу ґрунтах. Міра дренажності ґрунту рослинами редьки через це зростає, надлишки вологи

¹⁸⁰³ Богословский С. А., Евстратов Л. П. Роль сидерата редьки масличной и нематодоустойчивого сорта картофеля в снижении плотности популяции *Globodera rostochiensis* Woll [Текст] / С. А. Богословский, Л. П. Евстратов. Труды Международной заочной научно-практической конференции "Ресурсный потенциал растениеводства – основа обеспечения продовольственной безопасности" – Петрозаводск: Издательство ПетрГУ 2012. С. 29 -31

¹⁸⁰⁴ Редька масличная. [Электронный ресурс] – режим доступа: // <http://www.agro7.ru/produkt1.html>.

йдуть в нижні горизонти ґрунту і тому навесні він швидше досягає фізичної стиглості, що сприяє посіву в оптимальні терміни. Особливо добре проявляє себе редька в суміші із зернобобовими культурами, які здатні фіксувати атмосферний азот, так в суміші з викою ярою ця травосуміш накопичує до 200 кілограмів біологічного азоту на 1 га.



Рисунок. 3.2 – Заробка редьки олійної як сидерату у фазі бутонізації під посів гречки на дослідному полі ВНАУ (верхня позиція – стан поля після дискування дисковими боронами Джон Дір 637, нижня позиція – стан рослинних залишків редьки олійної на 5-ту добу після заробки у шарі обробленого ґрунту).



Рисунок. 3.3 – Пожнивні рештки редьки олійної зароблені як сидерат після культивування сидерованої ділянки на 35-ту добу (акцентування на цінності редьки олійної як ефективного сидерата швидкої іммобілізації макро- і мікроелементів сидеральної маси та повільного розкладення коренів підтверджено у дослідженнях Н. І. Зезюкова¹⁸⁰⁵). На нижній фотографії добре помітні нерозкладені рештки саме кореневої системи та нижньої частини стебел редьки олійної).

¹⁸⁰⁵ Зезюков Н.И. Сохранение и повышение плодородия чёрноземов. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное и-ство, 1999. 312 с.



Рисунок 3.4 – Коренева система редьки олійної за різних норм висіву (верхня позиція) та гірчиці білої також за різних норм висіву (нижня позиція).



Рисунок 3.5 – Верхня позиція: розвиток кореневої системи редьки олійної (зліва) та гірчиці білої; нижня позиція: нарізання гребенів під картоплю після редьки олійної (зліва) мульчування поля за рахунок подрібнення соломи редьки олійної при її збиранні на насіння.



Рисунок 3.6 – Коренева система редьки олійної сорту Журавка на фазу цвітіння

(Розкопку проведено на глибину 20 см до рівня різкого звуження головного кореня. Помітно, що основна маса коренів зосереджена у шарі ґрунту тощиною 25 – 30 см. Діаметральне розгалуження коренів (бічних латеральних різного порядку) становить від 5 – 8 до 12 – 15 см. Стрижневий корінь проникає в ґрунт на глибину до 50 – 80 см і являє собою тонку циліндричну структуру товщиною до 1,5 – 3,5 мм залежно від технологічних параметрів формування стеблестою з дрібними бічними корінцями.

Діаметр кореневого потовщення у наших дослідженнях коливався від 0,5 см до 5,5 см. Нами помічено, що існує певна залежність між діаметром кореневого потовщення та довжиною кореневої системи за головним напрямком її росту).

Облік кількості рослинних залишків і урожаю надземної маси редьки олійної засвідчили, що на їх частку доводиться в середньому на удобрених варіантах у весняних посівах 30,4 % в післяукісних – 41,1 % післяжнивних 47,6 % від усієї біомаси. Найвищий коефіцієнт продуктивності кореневої системи у редьки олійної спостерігається у весняних посівах 4,4 – 4,6. У післяукісних і післяжнивних посівах він помітно знизився і склав відповідно до 2,6 – 3,0 і 1,8 – 2,0¹⁸⁰⁶. По даних С. И. Калініної¹⁸⁰⁷ коефіцієнт продуктивності коренів редьки олійної в умовах Карелії у весняних посівах рівний 5,66, а в літніх лише 1,9. Важливо також те, що корені редьки олійної – цінний компонент біологічного удобрення відповідно до їх хімічного складу. У дослідях П.И. Никончика і Э.Г. Вострової¹⁸⁰⁸ у післяжнивних посівах редьки олійної відношення рослинних залишків до урожаю склало 1,31– 1,81:1,0 (табл. 3.6). За рахунок такого співвідношення, редька олійна ефективний компонент позитивного біологічного колообігу елементів живлення за ротаційний період сівозміни) (табл. 3.7-3.8).

Таблиця 3.6

Накопичення біомаси (суха речовина) рядом проміжних культур, ц/га (середнє за 8 –річну ротацію сівозміни)¹⁸⁰⁹

С.-г. культура	Вся біомаса	Забрана з поля біомаса	Рослинні залишки			Відношення післяжн. решток до урожаю
			пожнивні	корені	всього	
Озиме жито на зелену масу	62,3	35,0	8,6	18,7	27,3	0,78 : 1
Редька олійна (післяжнивно)	42,1	18,3	8,3	15,5	23,8	1,81 : 1
Гірчиця біла (післяжнивно)	40,3	19,5	6,9	13,9	20,8	1,07 : 1
Озимий ріпак (післяжнивно)	39,9	16,0	8,5	15,4	23,9	1,49 : 1
Серадела (підсівна)	25,0	12,4	4,4	8,2	12,6	1,02 : 1
Багаторічний люпин кормовий (підсівний)	25,4	8,9	3,4	13,1	16,5	1,85 : 1
Багаторічний люпин гіркий (на сидерат)	48,2	–	25,3	23,4	48,7	1,92 : 1

¹⁸⁰⁶ Моисеев К.А. Редька масличная. Л., Колос, 1976. 72 с.

¹⁸⁰⁷ Калинина С. И. . Изучение корневых остатков однолетних кормовых растений. В сб.: апологические и хозяйственные особенности новых кормовых растений в условиях Карелии. Карельский филиал АН СССР. Петрозаводск, 1973. С. 37-42.

¹⁸⁰⁸ Никончик П.И., Вострова Э.Г. Поступление в почву органической массы и питательных элементов с корневым и пожнивными остатками промежуточных культур. В кн.: Пути повышения урожайности полевых культур. М.: Ураджай, 1980. С. 53-57.

¹⁸⁰⁹ Никончик П.И., Вострова Э.Г. Поступление в почву органической массы и питательных элементов с корневым и пожнивными остатками промежуточных культур. В кн.: Пути повышения урожайности полевых культур. М.: Ураджай, 1980. С. 53-57.

Таким чином, кількість органічної речовини, яка поступає у ґрунт з кореневими і післязбиральними залишками редьки олійної залежить від термінів сівби, норм висіву, доз мінеральних добрив і метеорологічних умов. Найбільша кількість корневих рослинних залишків формується в проміжних посівах редьки олійної.

Встановлено^{1810 1811 1812 1813 1814} також, що її зелена маса містить в собі стільки ж поживних речовин, скільки і коров'ячий гній: азоту – 0,5 %; фосфору – 0,25 %; калію – 0,6 %. У масі рослинних залишків, вирощених на площі в 100 м², міститься наступна кількість мінеральних добрив (в умовному перерахунку на хімісклад): 3 – 5 кг аміачної селітри; 2,5–3,5 кг суперфосфату; 3,5–5,0 кг калійної солі. У зоні Лісостепу рослини поживного посіву редьки олійної у середньому накопичують до 65 – 85 кг/га азоту, 24–30 кг/га фосфору та 87–100 кг/га калію, що підтверджує високу здатність цієї культури до накопичення основних мінеральних сполук і подальшого використання їх основними польовими культурами (табл. 3.9). За даними М. Nowakowski¹⁸¹⁵, за врожайності редьки олійної вище 400 ц/га у ґрунті залишається N_{75–120} P_{40–50} K_{210–240}, а за даними В. М. Тужіліна¹⁸¹⁶, з урожаєм 462 ц/га – в ґрунті акумулюється N₈₆ P₆₆ K₂₄₈.

Таблиця 3.9

Кількість макроелементів в надземній масі сидеральних культур за середніх рівнів урожайності листостеблової маси (у фазі цвітіння – початок плодоношення), кг/га¹⁸¹⁷

Сидерати	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Редька олійна (вся біомаса)	69,08	29,87	93,35	33,61
Редька олійна (післязбиральні рештки)	64,49	27,89	87,15	30,37
Суріпиця яра (вся біомаса)	58,21	19,85	64,83	19,85
Суріпиця яра (післязбиральні рештки)	56,63	19,31	63,06	19,31
Мальва мелюка (вся біомаса)	160,39	36,22	168,16	124,18
Мальва мелюка (післязбиральні рештки)	157,29	35,52	164,91	121,78

¹⁸¹⁰ Васько А. С. Химический состав растительных остатков. Агрохимия и экология: материалы междунар. научно-практ. конф. Нижний Новгород, 2008. 232-234.

¹⁸¹¹ Данилевский А. Ф., Ещенко В. Е. Накопление растительных остатков полевых культур в почве и содержание в них питательных веществ. Агрохимия. 1972. № 8. С. 65- 68.

¹⁸¹² Писаренко В. В. і ін. Еколого-економічна ефективність використання сидератів / В. В. Писаренко П. В. Писаренко, В. М. Писаренко, Г. В. Лук'яненко С. І. Панченко, Ю. Г. Писаренко. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 3. 2012. С. 122-126.

¹⁸¹³ Писаренко А. В., Антоненко А. С., Писаренко В. М. та ін. Методичні рекомендації з основ органічного землеробства для фермерів (досвід ПП Агроєкологія). Полтава, 2013. 62 с.

¹⁸¹⁴ Рахметов Д. Сидераты – удобрения и борцы с сорняками. Зерно. 2012. № 10. С. 48-55.

¹⁸¹⁵ Nowakowski M. Pobranie makroskładników nawozowych przez rośliny poplonu ścierniskowego z nowych odmian gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii blekitnej / M. Nowakowski, D. Kostka-Gosciniak, I Gutmanski Szczecin. 1996. № 172. P. 421 – 427.

¹⁸¹⁶ Тужилин В. М. Сидеральные культуры для Нечерноземной зоны. / В. М. Тужилин, М. Н.Новиков, А. В. Быкова. Химизация сельского хозяйства. 1990. №5. С. 26-27.

¹⁸¹⁷ Рахметов Д. Сидераты – удобрения и борцы с сорняками. Зерно. 2012. № 10. С. 48-55.

Таблиця 3.7

Порівняльний хімічний склад кореневої системи ряду с.-г. культур в умовах Північного регіону¹⁸¹⁸

С. -г. культура	Хімічний склад коренів, % на абсолютно суху речовину			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca
Вика яра	1,92	0,62	1,48	0,97
Редька олійна	1,65	0,76	2,15	1,54
Мальва силосна	1,28	0,30	2,35	0,92
Ярий ріпак	1,52	1,00	2,08	0,36
Кормові боби	1,81	0,35	1,06	0,92
Соняшник на з/м	1,15	0,27	2,97	0,72

Таблиця 3.8

Кількість елементів живлення задіяних у біологічному колообігу проміжними культурами (за 8-річну ротацію сівозміни), кг/га¹⁸¹⁹

С.-г. культура	Всього використовується елементів живлення			В тому числі						Відношення поживних речовин залишених у ґрунті з рослинними рештками до їх виносу з урожаєм, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	вноситься з урожаєм			повертається у ґрунт з рослинними залишками			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
Озиме жито на зелену масу	110,0	30,30	113,0	77,40	19,60	90,30	32,40	10,70	23,10	41,90	54,60	25,60
Редька олійна	92,80	37,40	113,0	59,30	22,90	70,10	33,50	14,50	43,30	56,50	63,30	61,80
Гірчиця біла	89,50	27,40	98,90	64,00	18,10	64,50	25,50	9,26	34,40	39,80	51,20	53,30
Озимий ріпак	88,10	30,20	92,20	48,30	15,50	50,60	39,80	14,70	41,40	82,40	94,80	82,20
Серадела	60,30	17,80	40,70	40,40	12,00	29,90	21,30	5,80	10,80	53,00	48,30	36,10
Багаторічний кормовий люпин	65,90	13,30	33,10	28,20	6,05	17,70	32,90	6,81	13,30	117,00	112,00	75,10
Багаторічний гіркий люпин	144,0	29,00	66,60	—	—	—	144,00	29,00	66,60	—	—	—

¹⁸¹⁸ Никончик П. И. Поживные посевы кормовых культур в центральных районах Белоруссии. Весцы АН БССР (серія с.-г.науки). 1973. № 1. С. 68-71.

¹⁸¹⁹ Никончик П. И., Вострова Э. Г. Поступление в почву органической массы и питательных элементов с корневым и поживными остатками промежуточных культур. В кн.: Пути повышения урожайности полевых культур. М.: Ураджай, 1980. С. 53-57.

По даних В. Дринча¹⁸²⁰, завдяки об'ємистій масі коренів та низькому співвідношенню вуглецю до азоту листостеблова маса редьки олійної швидко розкладається і елементи живлення, які містились в ній є легко доступними для послідуєчих с.–г. культур (табл. 3.10). Виходячи з представлених у таблиці даних та враховуючи норму доступності елементів живлення для послідуєчих культур у 10 % ними буде засвоєно щонайменше 68 кг азоту, 14 кг фосфору та 119 кг/т калію.

Таблиця 3.10

Вміст поживних речовин у сухій речовині редьки олійної¹⁸²¹

Поживні речовини	Концентрація, %		Кількість поживних речовин, кг/га		
	рослини	корені	рослини	корені	всього
Азот	3,8	2,5	371	305	676
Фосфор	0,7	0,6	68	73	141
Калій	5,8	5,1	566	622	1188

С. С.Антонець і ін. вказує, що за урожайності листостеблової маси редьки олійної понад 40 т/га у ґрунті залишається N₇₅₋₉₀ P₂₀₋₃₀ K₅₀₋₇₀. За даними ж В.В. Писаренка і ін.¹⁸²² редька олійна використана у якості сидерату за високих рівнів урожайності забезпечує надходження до 395 кг/га NPK (табл. 3.11), по даних К. І. Довбана¹⁸²³ на 10 т листостеблової маси N₃₀₋₄₅ P₁₀₋₁₅ K₃₀₋₅₀ (табл. 3.12), а по даних Н. В. Шрамко¹⁸²⁴ за середньої продуктивності навіть на бідних ґрунтах редька олійна здатна накопичувати, загалом, 220 – 270 кг/га азоту (табл. 3.13).

Такі ж дані підтверджені О. В. Фещуном¹⁸²⁵ де редька олійна за урожайності листостеблової маси на рівні 20 т/га накопичує до 85 кг/га азоту, 22 кг/га фосфору, 58 кг/га калію та 36 кг/га кальцію (табл. 3.12), що відповідає за атором 10 – 15 т/га внесеного якісного гною ВРХ. Цінність редьки олійної як сидерату підтверджена і в багаторічних дослідженнях Н.И. Зезюкова¹⁸²⁶ (табл.3.13).

¹⁸²⁰ Дринча В. Посев семян редьки масличной как покровной культуры Совершенные агротехнологии. – март – апрель. 2011. С. 16-19.

¹⁸²¹ Дридигер В. К. Специализированные севообороты зелёного конвейера и технологии возделывания кормовых культур: монография. Ставрополь: АГРУС, 2010. 232 с.

¹⁸²² Писаренко В. В. і ін. Еколого-економічна ефективність використання сидератів / В. В. Писаренко П. В. Писаренко, В. М. Писаренко, Г. В. Лук'яненко С. І. Панченко, Ю. Г. Писаренко. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 3. 2012. С. 122 -126.

¹⁸²³ Довбан К. Повышение плодородия почв с применением сидератов. Сейбіт. Минск, 2002. № 4. С. 4-7.

¹⁸²⁴ Шрамко Н. В. Концептуальные основы адаптивного землепользования дерново-подзолистых почв Ивановской области. Актуальные вопросы землеустройства и землепользования в Ивановской области. Информ. Бюлет. Иваново: Ивановская ГСХА им. академика Д. К. Беляева, 2009. Вып. 7. С. 101-102.

¹⁸²⁵ Фещун О. В. Роль післязжнивної сидерації у накопиченні органічної речовини ґрунту. Науковий вісник НУБіП України. 2011. Вип. 162. Ч. 2. С. 51-56.

¹⁸²⁶ Зезюков Н. И. Сохранение и повышение плодородия чёрноземов. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное и-ство, 1999. 312 с.

Таблиця 3.11

Агрохімічна характеристика рослин-сидератів
(виконана розрахунково-еквівалентним способом)¹⁸²⁷

Сидерат	Урожайність зеленої маси, ц/га	Накопичення в загальній біомасі післяжнивних решток, кг/га			В сумі, кг/га
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Еспарцет	275	145	25	75	245
Вика озима	250	160	75	200	435
Вико-вівсяна суміш	275	120	35	80	235
Горох кормовий	350	80	70	90	240
Буркун білий	200	110	45	140	295
Люпин однорічний	520	230	60	200	490
Гречка за дві заробки	650	200	135	305	640
Гірчиця біла	250	60	40	90	190
Суріпиця	340	135	55	240	430
Редька олійна	450	85	65	245	395
Фацелія	300	80	50	200	330

Таблиця 3.12

Вміст макроелементів в листостебловій масі різних сидеральних культур і
гноєві на підстилковій основі

Сидерати, гній	У % на сиру масу			Кг в 10 т		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Гній ВРХ	0,44–0,60	0,25–0,30	0,50–0,70	44–60	25–30	50–70
Люпин багаторічний	0,46–0,50	0,08–0,095	0,25–0,34	40–50	8–9,5	25–34
Люпин вузьколистий	0,40–0,42	0,10–0,12	0,20–0,25	40–42	10–12	20–25
Буркун білий	0,60–0,70	0,05–0,08	0,18–0,23	60–70	5–8	18–23
Озиме жито	0,30–0,35	0,10–0,12	0,25–0,30	30–35	10–12	25–30
Райграс однорічний	0,35–0,40	0,11–0,13	0,25–0,30	35–40	11–13	25–30
Серадела	0,40–0,50	0,10–0,15	0,30–0,40	40–50	10–15	30–40
Пелюшка	0,45–0,50	0,12–0,15	0,40–0,45	45–50	12–15	40–45
Хрестоцвіті (ріпак, суріпиця, редька олійна)	0,30–0,45	0,10–0,15	0,30–0,50	30–45	10–15	30–50
Фацелія	0,32–0,40	0,10–0,13	0,40–0,48	32–40	10–13	40–48

¹⁸²⁷ Писаренко А. В., Антонець А. С., Писаренко В. М. та ін. Методичні рекомендації з основ органічного землеробства для фермерів (досвід ПП Агроєкологія). Полтава, 2013. 62 с.

Таблиця 3.13

Співставлення ряду кормових культур по накопиченню азоту на дерново-підзолистих ґрунтах, кг/га¹⁸²⁸

С.-г. культура	Вміст азоту		Загальний вміст азоту	Відношення С:N
	в надземній масі	в післяжнивних та кореневих залишках		
Буркун білий	150 – 200	50 – 70	200 – 270	12 – 15:1
Конюшина лучна	140 – 180	40 – 80	180 – 260	11 – 13:1
Козлятник східний	200 – 250	80 – 100	280 – 350	12 – 15:1
Гірчиця біла	100 – 120	60 – 70	160 – 190	11 – 13:1
Редька олійна	150 – 180	70 – 90	220 – 270	11 – 12:1

Позитивним чинником, що підкреслює важливість редьки олійної як сидерату є і висока зольність листостеблової маси редьки олійної. Так, П. А. Лях¹⁸²⁹ повідомляє, що найбільше накопичення зольних елементів у листостебловій масі редьки олійної за літньої сівби відмічене в фазу початку цвітіння, а потім знижується до 20 – 22 % на фазу утворення стручка. За цим показником редька олійна випереджує всі сидеральні культури: люпин кормовий і конюшину лучну в 2,6 рази, буркун білий в 2,14, ярий ріпак – в 2,0, гірчицю білу – в 1,86, сумішку ярого ріпаку з викою – в 1,5 рази (рис. 3.7).

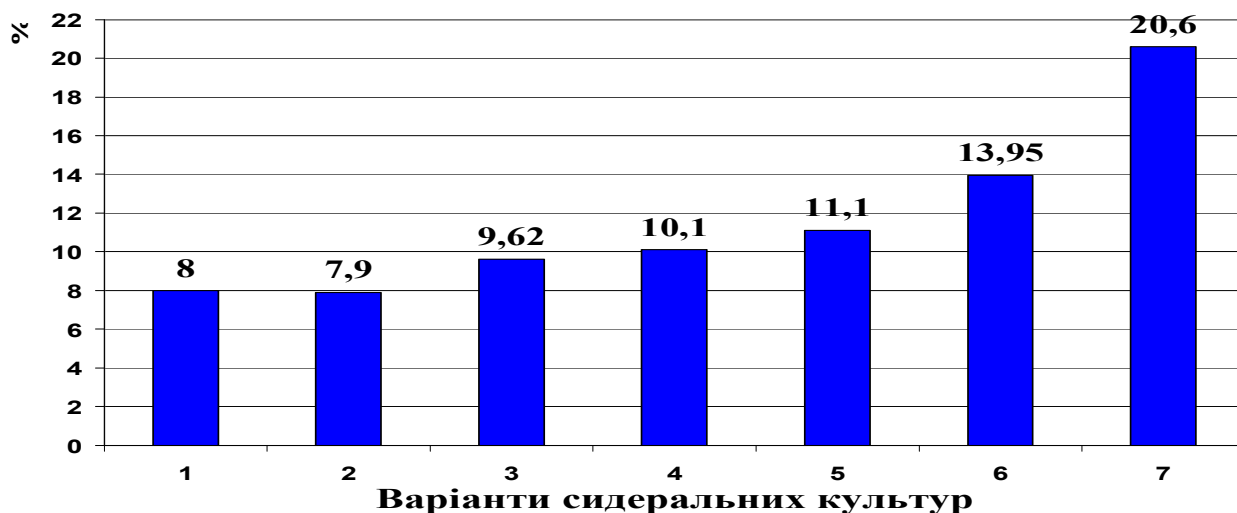


Рисунок 3.7 – Вміст зольних елементів в листостебловій масі сидеральних культур (фаза повного цвітіння): 1 – люпин кормовий; 2 – конюшина лучна; 3 – буркун білий; 4 – ярий ріпак; 5 – гірчиця біла; 6 – ярий ріпак + вика; 7 – редька олійна.

¹⁸²⁸ Шрамко Н. В. Концептуальные основы адаптивного землепользования дерново-подзолистых почв Ивановской области. Актуальные вопросы землеустройства и землепользования в Ивановской области. Информ. Бюлет. Иваново: Ивановская ГСХА им. академика Д. К. Беляева, 2009. Вып. 7. С. 101-102.

¹⁸²⁹ Лях П. А. Химический состав зеленой массы редьки масличной летнего посева по этапам органогенеза. Роль сельскохозяйственной науки в агропром. комплексе регионов Сибири: Материалы годовичного общ. собр. и науч. сессии СО РАСХН (25 – 26 янв. 2005 г.) /РАСХН. Новосибирск, 2005. С. 55-60.

Таблиця 3.14

Кількість органічної речовини та елементів мінерального живлення, що надходять у ґрунт під час заорювання післяжнивних сидератів¹⁸³⁰

Культури та їх сумішки	Листостеблова маса, т/га	Суха речовина		Вміст у сухій речовині							
		маса, %	т/га	N – NO ₃		Фосфору		Калію		Кальцію	
				%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га
Боби	20,71	19,0	3,94	2,82	107,7	0,37	14,13	1,40	53,48	1,12	42,78
Люпин	19,50	19,2	3,74	3,14	117,4	0,36	13,50	1,53	57,22	1,15	43,01
Горох	18,22	20,4	3,72	2,65	98,6	0,36	13,4	1,36	50,59	1,16	43,15
Редька олійна	20,62	18,3	3,77	2,56	96,5	0,64	24,1	1,25	47,13	0,96	36,19
Гірчиця біла	18,97	18,9	3,59	2,41	85,5	0,62	22,3	1,27	45,59	1,04	37,34
Боби + люпин + горох	20,28	19,7	4,00	2,87	114,8	0,37	14,8	1,44	57,60	1,14	45,60
Редька + гірчиця	20,51	18,7	3,84	2,44	93,7	0,63	24,2	1,27	48,80	1,00	38,40
Гній (контроль)	30,00	22,0	6,60	2,25	148,5	0,34	22,4	1,60	105,6	1,10	72,60

Таблиця 3.15

Вміст поживних речовин в біомасі сидератів¹⁸³¹

С.-г. культура	У % на суху речовину		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Буркун	1,95	0,33	1,07
Еспарцет	1,81	0,34	0,95
Озима вика	1,86	0,31	0,93
Редька олійна	1,49	0,24	0,81
Гіриця біла	1,55	0,25	0,78
Ріпак	1,55	0,27	0,82
Вико–овес	1,27	1,23	0,75

¹⁸³⁰ Фещун О. В. Роль післяжвної сидерації у накопиченні органічної речовини ґрунту. Науковий вісник НУБіП України. 2011. Вип. 162. Ч. 2. С. 51-56.

¹⁸³¹ Зезюков Н. И. Сохранение и повышение плодородия чёрноземов. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное и-ство, 1999. 312 с.

П. А. Лях¹⁸³² також відмічає, що навіть за літніх та пізньолітніх строків сівби редька олійна за умов помірного зволоження за період сходи – утворення стручка здатна сформувати щонайменше 12–18 т/га листостеблової маси, а за умов зволоження періоду повні сходи – утворення стручка на рівні 100–120 мм навіть за цих строків сівби здатна сформувати на початок утворення стручка до 35 т/га листостеблової маси та 5,33 т/га сухої речовини, яку з успіхом можна використати для сидерації чи на інші господарські цілі вже починаючи з фази бутонізації (і навіть раніше). При цьому вологість листостеблової маси буде досить високою до 95 % (табл. 3.14–3.16).

Таблиця 3.16

Біологічна урожайність редьки олійної за етапами органогенезу

Етапи органогенезу	Вологість листостеблової маси, %	Суша маса, %	Урожайність, т/га		Примітка
			листочестеблова маса	суха речовина	
Бутонізація	94,68	5,32	28,2	1,50	
Початок цвітіння	88,40	11,60	31,0	3,60	
Повне цвітіння	86,30	13,70	34,6	4,74	Часткове вилягання
Утворення стручка	84,80	15,20	35,1	5,33	Повне вилягання

У дослідженнях К. І. Довбана¹⁸³³ відмічається, що використання редьки олійної як сидерату не лише позитивно впливає на процеси накопичення органіки у ґрунті, забезпечення позитивного балансу макро і мікроелементів, але й сприяє покращенню водно-фізичних властивостей ґрунтів. Так, використання поукісної редьки олійної на сидерат знижувало щільність орного шару ґрунту на 22 %, загальну пористість на 15 % порівняно з контролем. За цих умов зменшувалась капілярна і підвищувалась некапілярна пористість. Зниження об'ємної маси ґрунту становило щонайменше 15–18 %. Автор також відмічає, що одним з недоліків сидерації є висушення ґрунту під час вегетації сидератів, а заорювання їх під інші культури в посушливі періоди знижує ефективність сидерації. Це часто спостерігається в сидеральних парах коли з якоїсь причини заорювання сидерату ведеться із запізненням, незадовго до сівби озимих культур. Для того, щоб цього не відбувалося, сидеральну редьку олійну в парі необхідно заорювати, залежно від метеорологічних умов, не пізніше чим за 25–30 днів до висіву основної культури. Краще заорювати сидерати під ярі культури пізно восени або весною. За осінньо-зимовий і ранньовесняний періоди в ґрунті відновлюється оптимальна для сходів і розвитку ярих культур вологість ґрунту. Дотримання таких умов сприяють

¹⁸³² Лях П. А. Химический состав зеленой массы редьки масличной летнего посева по этапам органогенеза. Роль сельскохозяйственной науки в агропром. комплексе регионов Сибири: Материалы годовичного общ. собр. и науч. сессии СО РАСХН (25-26 янв. 2005 г.) /РАСХН. Новосибирск, 2005. С. 55-60.

¹⁸³³ Довбан К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии. Минск: Белорусская наука, 2009. 404 с.

вологозбереженню у варіантах використання сидерату – вологість ґрунту в шарі 0–40 см була на 6–12 % вищою, ніж у варіанті без сидеральної редьки.

Ковальов В.П.¹⁸³⁴ відмічає, що систематичне використання редьки олійної в якості сидерату поліпшує і загальну структуру ґрунту. Так, на ділянках сидерації впродовж 2–3 років кількість водостійких агрегатів ґрунту (0,25–0,50 мм) зросла на 3–5 %, а загальна глинистість ґрунту знизилась на 2,5–6 % у перший рік її використання до 18–22 % і 16–24 % відповідно на 3–4 рік систематичного застосування сидерату.

Цінність редьки олійної як сидерата полягає ще й в тому, що вона швидко зростає, розвиває велику кількість листової і кореневої маси в короткий період від 25 до 40 днів, що відкриває можливість її використання в аридних умовах вегетації і, зокрема, за надранніх строків сівби¹⁸³⁵.

Так, в останні роки у дослідному господарстві «Центральне» Сумського інституту АПВ широкого застосування набула редька олійна як післяжнивний сидерат при вирощуванні цукрових буряків. При внесенні помірних доз азоту редька олійна за два місяці на одному гектарі нарощувала таку кількість органічної речовини, яка міститься у 30–35 т гною. Використання сидерату в поєднанні з подрібненою соломою давало можливість заорати восени під цукрові буряки в розрахунку на 1 га кількість органічної речовини, яка рівноцінна застосуванню 45–50 т підстилкового гною ВРХ. Урожайність цукрових буряків у цьому випадку не поступалася внесенню 40 т/га гною. Витрати на всі операції, пов'язані з внесенням добрив, при цьому знижувались на 50–55 % проти застосування гною¹⁸³⁶.

Доведено також, що післяжнивні посіви редьки олійною сприяють зниженню забруднення ґрунту нітратними формами азоту. За даними В. Дринча¹⁸³⁷ редька олійна активно поглинає нітрати з ґрунту і накопичує їх у своїй біомасі. Концентрація ґрунтових нітратів після редьки олійної була в середньому на 70 % меншою, ніж при посіві культур без використання редьки олійної під покрив та в якості проміжного сидерату.

Редька олійна позитивно впливає і на мікробіологічну активність ґрунту та покращує агрофізичні і агрохімічні властивості ґрунту і позитивно впливає на ріст, розвиток і продуктивність подальших культур сівозміни.

Відомо, що антропогенна дія на агрофітоценоз істотно позначається на структурі мікробіоценозу ґрунту і загальної чисельності бактерій. В дослідженнях Д.Б. Рахметова^{1838 1839} вивчалися мікробіологічні особливості

¹⁸³⁴ Ковалев В. П. Влияние пожнивных посевов редьки масличной на физические и агрохимические свойства почвы Агрехимия. 1990. № 5. С. 82-85.

¹⁸³⁵ Кенгбаев Х. Х. Биологические особенности и продуктивность редьки масличной в предгорной полупустыни. Аридное кормопроизводство. Ташкент. 1986. С. 131-133.

¹⁸³⁶ Носенко Ю. Сидерати: зелена альтернатива [Електронний ресурс]. Агробізнес сьогодні. № 12 (211). 2011. електронний доступ: <http://www.agro-business.com.ua/2010-06-11-12-53-00/486-2011-06-17-07-40-36.html>.

¹⁸³⁷ Дринча В. Посев семян редьки масличной как покровной культуры. Совершенные агротехнологии. – март – апрель. 2011. С. 16-19.

¹⁸³⁸ Рахметов Д. Б., Горобець С. О. Алелопатична роль альтернативних сидеральних культур у функціонуванні агрофітоценозів. Вісник аграрної науки. 2000. № 10. С. 22-24.

ризосфери ґрунту, за використання різних хрестоцвітих сидеральних культур, порівняно з внесенням негуміфікованої органічної речовини (табл. 3.17). У цілому, кореневі виділення редьки олійної дещо поступались мальві мелюці та сприяли оздоровленню ризосферної зони, на що вказують дані по заселенню частин ґрунту азотобактером. В порівнянні з контролем при вирощуванні редьки олійної як сидерату фітотоксичність ґрунту знижувалася в 1,5–2,0 рази. Таким чином, вирощування редьки олійної – важливий екологічний важель формування позитивних мікробних угруповань ризосфери ґрунту.

Редьку олійну можна ефективно використовувати як проміжну культуру в короткоротаційних сівозмінах для покращення попередника в якості проміжної культури між двома основними. В умовах аграрного виробництва, особливо з урахуванням ринкової направленості спеціалізації багатьох господарств не завжди вдається концентрувати основні сільськогосподарські культури по оптимальних попередниках. В силу цих причин хрестоцвіті проміжні культури, володіючи інтенсивними темпами росту з накопиченням високих рівнів біомаси, алелопатичними властивостями за рахунок високого вмісту сірковмісних сполук, гірчичних масел, глюкозинолатів, індольних речовин і інших фізіологічно активних сполук – важливий резерв оптимізації сівозмін, зниження негативної дії суміжних культур у сівозміні за рахунок проміжного вирощування останніх.

Під дією цих речовин відбувається втрата вірулентності деяких патогенних бактерій, що знаходяться в ґрунті. Кореневі виділення хрестоцвітних знижують проростання спор збудників хвороб і пригнічують довжину ростових трубок у них. При цьому спостерігається також стискування вмісту клітин мікроспор, що призводить до їх деструкції і загибелі. Посів хрестоцвітних стримує також розвиток бур'янів, оскільки їх кореневі виділення пригнічують схожість насіння деяких видів смітних рослин¹⁸⁴⁰. Завдяки швидкому розвитку редьки олійної знижується щільність забур'янення пирієм повзучим. Загибель пирію повзучого учені пояснюють алелопатичною дією хрестоцвітних культур, які несприятливо впливають на фізіолого-біохімічні процеси рослин-акцепторів, що призводить до пригнічення їх росту і розвитку і, як наслідок – до загибелі. Ряд вчених сходиться на думці, що коренева система редьки олійної виділяє в ґрунт інгібітори, що викликають в кореневищах пирію синтез агропірену, паралізуючого функціонування його провідної системи. У Білоруському НДІ землеробства і селекції учені встановили високу конкурентоспроможність з бур'янами редьки олійної і ярого ріпаку, яка, на думку авторів, має і хімічну природу внаслідок алелопатичного впливу на такий злісний бур'ян, як пирій повзучий. У досліджах було встановлено, що використання редьки олійної і ріпаку ярого в післяукісних посівах сприяло загибелі рослин пирію повзучого на 72,0–74,2 %, а його кореневищ – на 61,9–64,9 %, малорічних бур'янів стало

¹⁸³⁹ Рахметов Д. Б. Роль алелопатії в агрофітоценозах. *Зерно*. 2012. № 11. режим доступу: <http://pesticidov.net/articles/bio/4070/>

¹⁸⁴⁰ Кукреш Л. В., Бысов Н. С. Фитоценотический метод борьбы с пыреем ползучим. Интенсификация земледелия и ее влияние на экологию: Тез. докл. науч. конф. г. Жодино, 25 мая 1989 г. Минск, 1989. С. 14-16.

менше на 89,9–92,2 %. Урожайність ячменю збільшилася на 1,2–1,3 т/га, або на 28 %¹⁸⁴¹.

Таблиця 3.17

Мікробіологічна активність ризосфери ґрунту за використання хрестоцвітних культур у якості сидерату¹⁸⁴²

Варіант	Спорові бактерії на середовищі Мішустіна, тис./г абс. сух. ґрунту			Неспорові бактерії КА, млн/г абс. сух. ґрунту		
	строки відбору зразків (місяць)					
	травень	червень	липень	травень	червень	липень
Без добрив (контроль)	94,2	81,8	11,6	3,6	2,5	2,9
Озимий блок						
Гній 20 т/га (контроль)	130,4	51,0	90,4	8,3	4,0	5,7
Озима суріпиця (вся біомаса)	82,4	99,1	129,2	10,1	3,3	1,6
Тифон (вся біомаса)	105,4	102,0	107,4	11,4	3,5	4,6
Ярий блок						
Гній 20 т/га	84,9	83,3	96,1	4,9	3,1	6,3
Редька олійна (вся біомаса)	74,3	82,0	97,1	17,2	4,5	9,7
Суріпиця яра (вся біомаса)	67,0	59,6	77,4	12,7	3,0	2,3
Мальва мелюка (вся біомаса)	112,6	78,8	88,9	9,5	3,4	3,5
Варіант	Кількість стриптоміцетів на капустиному агарі, тис. /г абс. сух. ґрунту			Розвиток азотобактера, %		
	травень	червень	липень	травень	червень	липень
Без добрив (контроль)	254,6	943,2	138,7	48	78	38
Озимий блок						
Гній 20 т/га (контроль)	294,0	1528,8	424,9	86	98	72
Озима суріпиця (вся біомаса)	400,7	1288,0	184,6	98	90	77
Тифон (вся біомаса)	58,6	800,4	185,2	92	98	83
Ярий блок						
Гній 20 т/га	358,8	973,6	365,1	96	90	40
Редька олійна (вся біомаса)	406,7	713,4	567,3	82	96	77
Суріпиця яра (вся біомаса)	289,5	759,8	323,0	98	96	49
Мальва мелюка (вся біомаса)	1138,1	1253,7	417,9	90	100	99

¹⁸⁴¹ Булавин Л. А., Симченков Г. В., Хохомова Д. Е., Палько Т. П. Оценка фитосанитарного действия редьки маличной на посевах последующих зерновых культур. Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. 1998. № 4. С. 69-71.

¹⁸⁴² Рахметов Д. Б., Горобець С. О. Алелопатична роль альтернативних сидеральних культур у функціонуванні агрофітоценозів. Вісник аграрної науки. 2000. № 10. С. 22-24.

Аллелопатично активні речовини потрапляють в ґрунт з корневими виділеннями за життя рослини, а також з поживними залишками польових культур, на яких поселяється певна мікрофлора. Поступово відбувається зміщення природного співвідношення між окремими видами мікроорганізмів: чисельність одних різко падає, інших – зростає. У зв'язку з цим біологічно активні з'єднання не залучаються до кругообігу речовин і накопичуються в ґрунті, чинячи шкідливу дію на ті або інші культури. Відомо, що різні сидеральні культури по-різному впливають на інтенсивність “дихання” ґрунту. “Дихання” ґрунту вважають показником його біологічної активності, кінцевим результатом якого є виділення CO_2 , що здійснюється всією біотою ґрунту і є важливим показником інтенсивності розкладу органічних речовин. Інтенсивність виділення вуглекислоти є показником швидкості деструкції органічного матеріалу. Визначення інтенсивності “дихання” ґрунтів різних типів при оцінці агротехнічних заходів установлює зв'язок між цим показником і біологічним потенціалом ґрунту.

Редька олійна є досить потужним емітером CO_2 в процесі її розкладання в ґрунті після заробки. Дослідження проведені П. І. Трофименком та Д. А. Біланом засвідчили, що різні сидеральні культури є визначальними у величині концентрації CO_2 з прямо пропорційним характером залежно від експозиції (рис.).

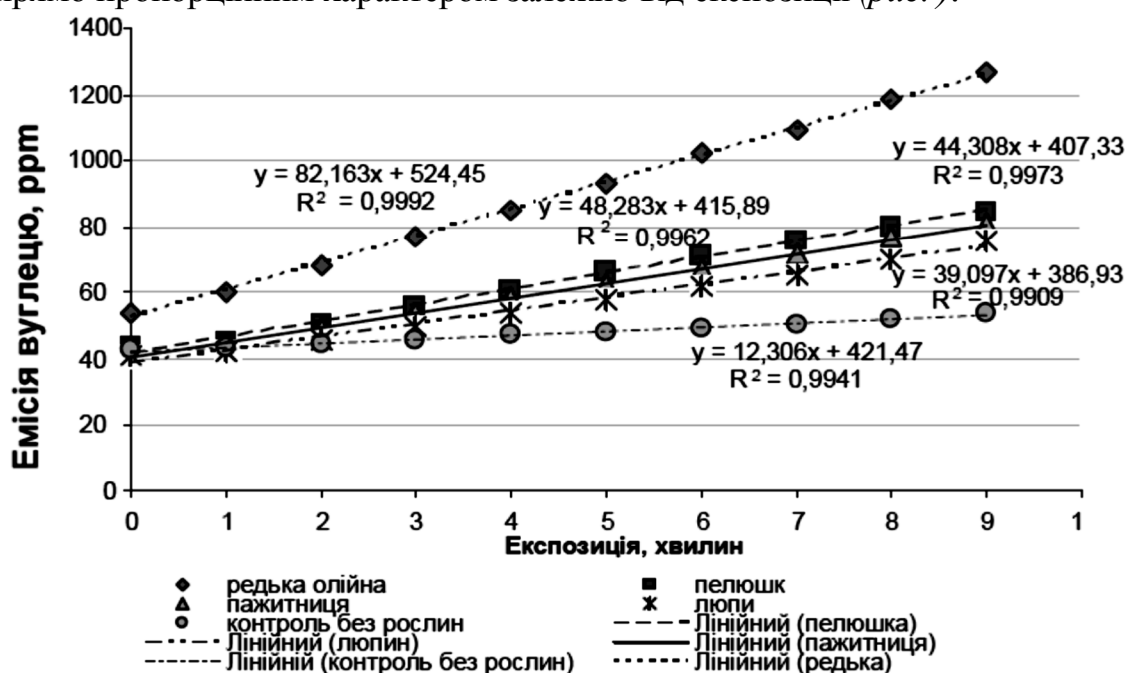


Рисунок 3.8 – Зміна концентрації $\text{C} - \text{CO}_2$ в ізоляторі протягом часу експозиції, внаслідок його виділення ґрунтом¹⁸⁴³.

Вивчені сидеральні культури за величиною ґрунтового дихання ($\text{мг}/\text{м}^2/\text{хв}$) в цих же дослідженнях можна розмістити в наступному порядку: редька олійна

¹⁸⁴³ Трофименко Т. І., Білан Д. А. Інтенсивність дихання та емісія CO_2 із дернового глибокого глеюватого ґрунту залежно від продуктивності сидеральних культур. Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 81. 2014. С. 34-39.

73,7 – пелюшка польова 42,0 – пажитниця багатоквіткова 39,2 – люпин вузьколистий 35,6 (рис. 3.9).

Таким чином, найвища інтенсивність ґрунтового дихання спостерігається під редькою олійною (рис. 3.10). У ході досліджень П. І. Трофименком та Д. А. Біланом також встановлено, що між урожайністю листостеблової маси сидерату у фазу цвітіння та інтенсивністю ґрунтового дихання залежність високого та середнього ступеня за коефіцієнтом кореляції (r): редька олійна і пелюшка 0,62, пажитниця 0,46 (середній ступінь), люпин 0,93 (дуже високий ступінь).

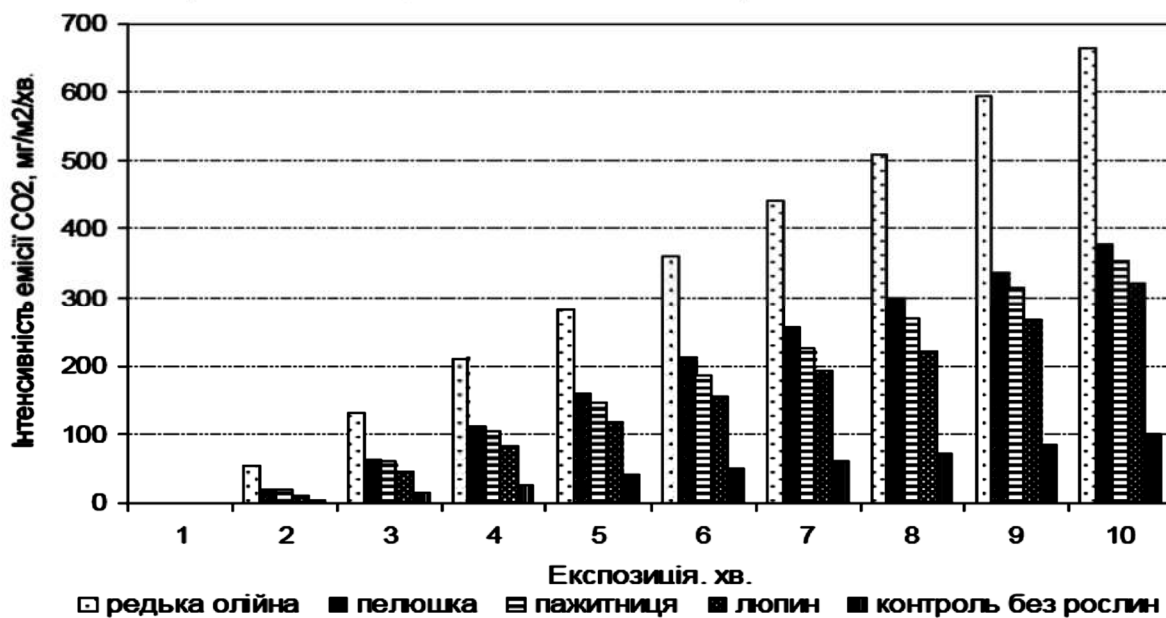


Рисунок 3.9 – Динаміка емісії С – CO₂ із ґрунту за використання різних сидеральних культур, мг/м²/хв¹⁸⁴⁴.



Рисунок 3.10 – Структура обсягів емісії оксиду вуглецю ґрунтом під сидеральними культурами та ґрунтом під паром¹⁸⁴⁵.

¹⁸⁴⁴ Булавин Л. А., Симченков Г. В., Хохомова Д. Е., Палько Т. П. Оценка фитосанитарного действия редьки маличной на посевах последующих зерновых культур. Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. 1998. № 4. С. 69-71.

Листотеблову масу редьки олійної можна з успіхом застосовувати для приготування багатокомпонентних компостів на основі соломи. Поставлена мета досягається тим, що при компостуванні соломи до неї додають, як стимулятор інтенсивності протікання мікробіологічних процесів, легкогідролізуєму органічну речовину у вигляді зеленої маси сидеральних культур у певній кількості (сира вага) на 1 т соломи.

Сидерат вносять в солому, зволожену розчином мінеральних солей – аміачної селітри, суперфосфату і хлористого калію, які звичайно використовуються в якості добрива NPK. Кількість вологи у співвідношенні до маси соломи 1:4–1:5. Концентрація мінеральних добавок на 100 кг соломи 2,8 кг аміачної селітри (1 кг діючої речовини азоту); 5,0 кг суперфосфату (1,09 кг P₂O₅); 4,0 кг хлористого калію (2,4 кг K₂O). Одна з рецептур такого компостування передбачає¹⁸⁴⁶ використання емальованих відер ємністю 10 літрів. Солому подрібнюють на відрізки 3 – 5 см, зволожують розчином NPK у зазначеній вище концентрації і змішують з зеленою масою сидерату. Доведено, що при розкладанні такого компосту у ґрунті спостерігається активне розмноження мікроорганізмів. Так, вміст бактерій у ґрунті (тис/г ґрунту) склало: без сидератів 6400, з внесенням люпину 25000, суріпиці 24600, редьки олійної 19800, конюшини 20300. Сидерати додають у кількості 0,2–0,3 сухої ваги, що відповідає 80 – 120 кг сирової маси на 1 т соломи. Компостування проводять без перемішування при кімнатній температурі 18–20 °С.

Результати використання запропонованого способу активування процесу компостування соломи наведені в *табл.*

Таблиця 3.18

Вплив сидерату редьки олійної на розмноження мікроорганізмів в компостованій соломі через 7 місяців, млн. /г¹⁸⁴⁷

Варіант компостування	Типи мікроорганізмів					Заг. біогенність
	целюлозо–розкладаючі	масляно–кислі	пектино–розкладаючі	актино–міценти	гриби	
NPK	5,88	79	12	11	2,5	563
NPK + сидерат редька олійна	15,88	277	22	66	7,6	3734

¹⁸⁴⁵ Булавин Л. А., Симченков Г. В., Хохомова Д. Е., Палько Т. П. Оценка фитосанитарного действия редьки маличной на посевах последующих зерновых культур. Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. 1998. № 4. С. 69-71.

¹⁸⁴⁶ Патент Российской Федерации Способ компостирования соломы / Ю. М. Возняковская, Ж. П. Попова, Н. П. Аврова. RU2062261; опубл. 08.03.2007.

¹⁸⁴⁷ Патент Российской Федерации Способ компостирования соломы / Ю. М. Возняковская, Ж. П. Попова, Н. П. Аврова. RU2062261; опубл. 08.03.2007.

Вплив сидерату редьки олійної на процеси мінералізації, що протікають при компостуванні соломи (через 7 місяців)

Варіант компостування	Зниження маси, %					Відношення C: N
	загальна	целюлози	геміцелюлози	пектинових речовин	лігніну	
НРК	44,9	52,7	31,7	70,2	20,4	60
НРК + сидерат редька олійна	64,1	70,2	65,9	91,5	23,5	22

Отримані результати підтверджують, що збагачення соломи рослинним матеріалом, який легко гідролізується мікроорганізмами, значно стимулює розмноження всіх основних фізіологічних груп мікроорганізмів, в результаті життєдіяльності яких активізуються процеси мінералізації важкогідролізуємих компонентів, що входять до складу соломи, яка в свою чергу у середньому містить (%): лігніну 18–22; целюлози 33–35; геміцелюлози 21–22; білка 3–5; мінерального азоту 4–6. У порівнянні з соломою сидерат збагачений водорозчинними і легкогідролізуємими фракціями вуглецевовмісних речовин, що використовуються мікроорганізмами як джерела живлення і енергії.

Останніми роками все частіше публікуються матеріали по застосуванню агрофітоценотичного методу боротьби з бур'янами. У природних ценозах існують певний порядок і рівновага. Людина, що пізнала цю закономірність, може зробити те ж за допомогою агрофітоценозу. Цю важливу роль частково може виконувати і редька олійна. Посіви хрестоцвітих проміжних культур, особливо редьки олійної, стримують розвиток бур'янів, тому з'являється можливість зменшити використання гербіцидів або взагалі повної відмови від них. Не випадково саме редьку олійну відносять до групи фітосанітарів поля^{1848 1849 1850}.

Позитивна дія редьки олійної на мікробіологічну активність ґрунту та характер протікання фізико-хімічних реакцій підтверджена у дослідженнях Д. Б. Рахметова. Ним встановлено, що внесення сидеральних культур і, в тому числі, редьки олійної впливає на окисно-відновні процеси в ґрунті за рахунок їх інтенсифікації (табл. 3.20). Це вказує на підвищення рівня рухомих речовин, які звільнялись при розкладенні рослинної маси.

¹⁸⁴⁸ Бірюков М. В., Каліберда В. М., Карпенко О. Ю. Вплив післяживних культур при різних способах їх використання в сівозміні на токсичні властивості ґрунту. Матеріали міжн. науково-практичної конференції «Селекція, насінництво і технології вирощування польових культур». – Чернівці. Буковина, 1996. С. 194-195.

¹⁸⁴⁹ Гродзинский А. М. Санитарная роль крестоцветных культур в севообороте. Аллелопатия и продуктивность растений. К.: Наукова думка, 1980. С. 3-14.

¹⁸⁵⁰ Кукреш Л. В., Бысов Н. С. Фитоценотический метод борьбы с пыреем ползучим. Интенсификация земледелия и ее влияние на экологию: Тез. докл. науч. конф. г. Жодино, 25 мая 1989 г. Минск, 1989. С. 14-16.

Таблиця 3.20

Вплив сидеральних культур на окисно–відновні потенціали в ґрунті залежно від фаз розвитку ячменю ярого, тВ (середнє за два роки)¹⁸⁵¹.

Варіант	Кушціння	Вихід у трубку	Перед збиранням врожаю
Контроль – без добрив і сидератів	262	265	331
Озимий блок (приорювання навесні)250			
Гній (20 т/га)	301	280	250
Суріпиця озима (вся біомаса)	276	285	322
Тифон (вся біомаса)	285	292	316
Ярий блок (приорювання восени)			
Гній (20 т/га)	268	272	279
Редька олійна (вся біомаса)	275	272	307
Мальва мелюка (вся біомаса)	271	260	309
Суріпиця яра (вся біомаса)	275	267	291

За результатами біохімічних досліджень встановлено, що при розкладенні сидератів звільнялися органічні речовини, які перебували у ґрунті у вільному стані, саме тому їх вміст є вищим при застосуванні сидератів. Слід відмітити, що редька олійна в цьому плані є одним з самих активних компонентів вивченої сидеральної системи як за рівнем вільних фенольних речовин (для редьки олійної їх концентрація становила 55–67 мг/кг, а на контролі – 49–60 мг/кг), так, особливо, за рівнем концентрації у ґрунті вільних амінокислот (табл.), що є свідченням позитивної її ролі у підвищенні біологічної активності ґрунту.

Л.А Булавин та ін.¹⁸⁵² також відмічають, що оздоровлюючу дію на ґрунт здійснює також заорювання зеленої маси хрестоцвітних і інших проміжних культур. В цьому випадку збільшується у ґрунті чисельність актиноміцетів, які є антагоністами збудників корневих гнилей. Після збирання зеленої маси разом з пожнивними залишками у ґрунті залишаються стимулятори росту і розвитку рослин з класу брасиностероїдів, що підвищують урожай і покращують якість товарної продукції наступних культур. Усе вищезгадане дозволяє припускати, що вирощування хрестоцвітних культур в проміжних посівах сприятиме зменшенню об'єму застосування в землеробстві хімічних засобів захисту рослин.

¹⁸⁵¹ Рахметов Д. Б. Роль аллопатії в агрофітоценозах. *Зерно*. 2012. № 11. – режим доступу: <http://pesticidov.net/articles/bio/4070/>.

¹⁸⁵² Булавин Л. А., Симченков Г. В., Хохомова Д. Е., Палько Т. П. Оценка фитосанитарного действия редьки маличной на посевах последующих зерновых культур *Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь*. 1998. № 4. С. 69-71.

Таблиця 3.21

Вплив сидератів на якісний склад вільних амінокислот в ґрунті в другій декаді травня, мг/кг (у середньому з три роки) ¹⁸⁵³

Варіант	Цистин	Лізин	Гістидин	Аспаргінова кислота	Гліцин	Глутамінова кислота	Валін	Ізолейцин	Лейцин	Всього
Контроль – без добрив і сидератів	0,88	1,13	4,37	10,46	4,65	0,53	0,99	1,21	1,19	25,41
Озимий блок (приорювання навесні)										
Гній (20 т/га)	0,81	1,64	4,71	11,28	5,57	0,64	1,72	1,21	1,29	28,47
Суріпиця озима (вся біомаса)	0,81	2,65	6,58	12,82	6,49	0,61	1,29	0,68	1,27	32,71
Тифон (вся біомаса)	0,84	1,30	5,75	12,92	6,43	0,86	2,01	0,61	1,21	31,93
Ярий блок (приорювання восени)										
Гній (20 т/га)	0,93	2,90	6,92	15,95	6,12	1,07	1,77	0,78	1,55	38,09
Редька олійна (вся біомаса)	1,45	2,71	6,27	20,00	6,60	2,06	1,51	1,27	1,14	43,01
Мальва мелюка (вся біомаса)	1,84	2,41	6,30	18,75	6,24	0,83	1,87	0,72	0,74	39,70
Суріпиця яра (вся біомаса)	0,96	1,69	5,02	11,61	5,04	1,69	1,24	0,78	0,64	28,67

В умовах республіки Білорусь фітосанітарна дія хрестоцвітних культур вивчалася в основному при обробітку останніх в післяжнивних посівах в зернопросапній і зерновій ланках сівозміни. Врожайність ячменю, що вирощується в цих дослідах після озимого жита, склала 43,6, а після кукурудзи 52,8 ц/га. Вирощування післяжнивної редьки олійної на зелене добриво підвищило у цьому випадку врожайність ячменю, який вирощувався без застосування пестицидів на 2,4 – 3,4 ц/га за зниження загальної забур'яненості посіву на 35–45 %.

¹⁸⁵³ Рахметов Д. Б. Роль аллопатії в агрофітоценозах. *Зерно*. 2012. № 11. – режим доступу: <http://pestidov.net/articles/bio/4070/>.

Аналогічними багаторічними дослідженнями в період 1970–2012 рр. підтверджена і герборегулююча роль редьки олійної як у варіанті використання її на насіння і кормові цілі, так і у варіанті сидерального застосування^{1854 1855 1856}
1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866

Так В. Дринча¹⁸⁶⁷ відмічає, що завдяки інтенсивному росту з швидким радіальним розростанням рослин редьки олійної вона активно пригнічує бур'яни у порівнянні з цілим рядом с.-г. культур (рис. 3.11–3.12).

Дослідженнями проведеними знову ж таки у Білорусії¹⁸⁶⁸ встановлено, що засміченість посівів озимого жита, що вирощується після проміжної редьки

¹⁸⁵⁴ Авраменко В. Сидерати. Їм відроджувати колишню славу українських земель./ Пропозиція. № 6. 2003. С. 36-38.

¹⁸⁵⁵ Алексеев В. А. и др. Используйте под картофель смеси сидератов. Картофель и овощи. 2008. № 6. С. 8.

¹⁸⁵⁶ Батяхина Н. А. Агроэкологическая оценка действия и последствий сидеритов. Земледелие. 2002. № 5. С. 25.

¹⁸⁵⁷ Бірюков М. В., Каліберда В. М., Карпенко О. Ю. Вплив післяжнивних культур при різних способах їх використання в сівозміні на токсичні властивості ґрунту. Матеріали міжн. науково-практичної конференції «Селекція, насінництво і технології вирощування польових культур». Чернівці. Буковина, 1996. С. 194-195.

¹⁸⁵⁸ Возняковская Ю. М., Попова Ж. П., Петрова Л. Г. Сидеральные удобрения – регуляторы почвенно-микробиологических процессов в условиях почвоутомления. Докл. ВАСХНИЛ. 1988. 32. С. 6-9.

¹⁸⁵⁹ Гродзинский А. М. Санитарная роль крестоцветных культур в севообороте. Аллелопатия и продуктивность растений. К.: Наукова думка, 1980. С. 3-14.

¹⁸⁶⁰ Зелене добриво – важливий захід підвищення родючості та урожайності сільськогосподарських культур в умовах біологізації землеробства : навч. посіб. / уклад.: М.С. Чернілевський; ДВНЗ «Держ. агрокол. ун-т». – Житомир, 2008. 135 с.

¹⁸⁶¹ Карпенко О. Ю., Кротінов О. П. Протибур'янова ефективність післяжнивних посівів на зелене добриво. Зб. наук. пр. Науковий вісник НАУ. К., 1997. № 2. С. 86-89.

¹⁸⁶² Матюк Н. С., Гогмачадзе Г. Д., Солдатова С. С., Безуглов В. Г. Роль сидератов в экологизации и биологизации земледелия АгроЭкоИнфо. 2010. №1. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2010/1/st_02.doc.-0421000076\0001.

¹⁸⁶³ Носенко Ю. Сидерати: зелена альтернатива [Електронний ресурс]. Агробізнес сьогодні. № 12 (211). 2011. електронний доступ: <http://www.agro-business.com.ua/2010-06-11-12-53-00/486-2011-06-17-07-40-36.html>.

¹⁸⁶⁴ Перчук В. В. Взаємодія рослин кукурудзи з бур'янами при застосуванні різних видів сидератів та систем основного обробітку ґрунту в Лісостепу України: автореф дис...кандидта с.-г. наук 06.01.01 – загальне землеробство. Національний аграрний університет, Київ, 2008. 18 с.

¹⁸⁶⁵ Поліпшення родючості, структури, якості ґрунту людиною. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://e-ogo.com.ua/polipshennja-rodjuchosti-strukturi-jakosti-gruntu/>.

¹⁸⁶⁶ Соловьева А. Е. Биологически активные вещества капустных растений рода Brassica L. [Текст] / А. Е. Соловьева, А. М. Артемьева. Аграрная Россия. 2006. № 6. С. 2-56.

¹⁸⁶⁷ Булавин Л. А., Симченков Г. В., Хохомова Д. Е., Палько Т. П. Оценка фитосанитарного действия редьки маличной на посевах последующих зерновых культур Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. 1998. № 4. С. 69-71.

¹⁸⁶⁸ Кукреш Л. В., Бысов Н. С. Фитоценотический метод борьбы с пыреем ползучим. Интенсификация земледелия и ее влияние на экологию: Тез. докл. науч. конф. г. Жодино, 25 мая 1989 г. Минск, 1989. С. 14-16.

олійної без застосування гербіцидів була значно нижчою, ніж на варіантах, де цю зернову культуру висівали після проміжної пелюшко–вівсяної суміші. Кількість бур'янів в перший рік післядії хрестоцвітного попередника зменшилася на тлі оранки в середньому на 30 %, а на фоні чизелювання – на 45 %. Післядію редьки олійної на бур'яни відмічали і на третій рік. Їх кількість в посівах озимої пшениці зменшилася під впливом вказаного чинника в середньому на 13–23 % залежно від способу обробітку ґрунту. Приріст врожайності зерна озимого жита склав 1,5–1,9, а озимої пшениці 1,0–1,8 ц/га.

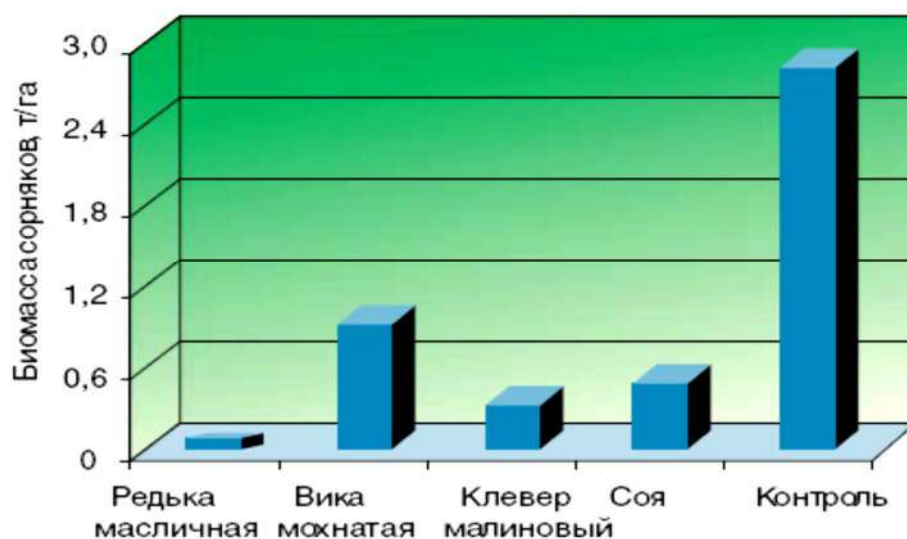


Рисунок 3.11 – Пригнічення бур'янів рядом с.-г. культур висіяних післяжнивню 8 липня після озимої пшениці. Величина біомаси бур'янів станом на 21 жовтня (подається на мові та у стилі оригіналу¹⁸⁶⁹).

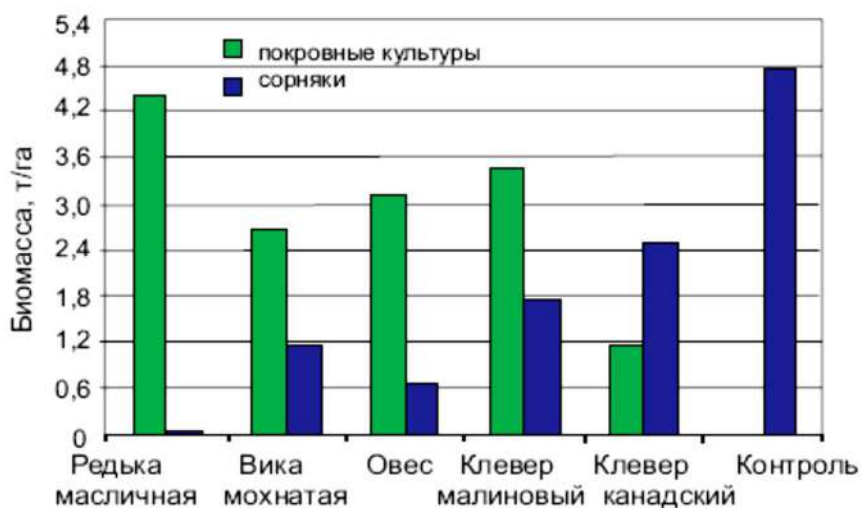


Рисунок 3.12 – Пригнічення бур'янів рядом с.-г. культур висіяних післяжнивню (подається на мові та у стилі оригіналу¹⁸⁷⁰).

¹⁸⁶⁹ Булавин Л. А., Симченков Г. В., Хохомова Д. Е., Палько Т. П. Оценка фитосанитарного действия редьки масличной на посевах последующих зерновых культур Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. 1998. № 4. С. 69-71.

В дослідженнях В. В. Перчука¹⁸⁷¹ заробка зеленої маси редьки олійної полицевим обробітком сприяла зменшенню кількості бур'янів та їх маси у посівах кукурудзи на зерно на 40 – 60 % (табл. 3.22).

Таблиця 3.22

Вплив сидерації і основного обробітку ґрунту на забур'яненість посівів кукурудзи, шт./м²

Варіант досліджу	Кількість бур'янів, шт./м ²	Ефективність, %		Маса бур'янів, кг/м ²	Ефективність, %	
		від обробки	від сидератів		від обробки	від сидератів
Оранка на 25 – 27 см						
Кореневі та стерньові рештки пшениці озимої (контроль)	165	0	-18	3,6	0	-13
Гній – 40 т/га	201	+22	0	4,1	+15	0
Редька олійна	82	-50	-59	1,6	-54	-61
Овес + горох	138	-8	-31	3,1	-14	-25
Солома – 4 т/га	178	+8	-11	3,4	-6	-18
Чизельний обробіток на 25 – 27 см						
Кореневі та стерньові рештки пшениці озимої (контроль)	225	0	-10	3,7	0	-15
Гній – 40 т/га	250	+11	0	4,4	0	0
Редька олійна	98	-43	-61	2,1	-44	-52
Овес + горох	200	-9	-20	3,1	-17	-29
Солома – 4 т/га	236	+5	-6	3,3	-11	-24
Плоскорізний обробіток на 25 – 27 см						
Кореневі та стерньові рештки пшениці озимої (контроль)	200	0	-13	4,0	0	-8
Гній – 40 т/га	230	+15	0	4,3	+8	0
Редька олійна	90	-45	-61	2,6	-35	-40
Овес + горох	182	-9	-21	3,5	-12	-18
Солома – 4 т/га	195	-1	-15	3,5	-11	-18
НІР ₀₅	51			0,7		

¹⁸⁷⁰ Булавин Л. А., Симченков Г. В., Хохомова Д. Е., Палько Т. П. Оценка фитосанитарного действия редьки маличной на посевах последующих зерновых культур Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. 1998. № 4. С. 69-71.

¹⁸⁷¹ Перчук В. В. Взаємодія рослин кукурудзи з бур'янами при застосуванні різних видів сидератів та систем основного обробітку ґрунту в Лісостепу України: автореф дис...кандидта с.-г. наук 06.01.01 – загальне землеробство. Національний аграрний університет, Київ, 2008. 18 с.

У продовження вище сказаного, А. Г. Бабич і ін.¹⁸⁷² наголошує, що з метою підвищення протибур'янової та протинематодної ефективності сівозмін необхідно максимально можливо їх насичувати капустовими культурами. При цьому рекомендується норму висіву збільшувати на 20 – 25 % до рекомендованої. Їх дослідженнями встановлено, що загущені посіви проміжних капустяних культур знижували загальну забур'яненість малорічними та багаторічними бур'янами, в т. ч. пирієм повзучим до 60 %. Дворазове вирощування редьки олійної знижувало кількість вегетуючих бур'янів на 72 – 85 % (табл. 3.23).

Таблиця 3.23

Вплив олійних капустяних культур на забур'яненість злаковими бур'янами (у середньому за 5 років)

Варіант	Кількість злакових бур'янів перед збиранням урожаю *, шт./м ²		
	I	II	III
Контроль – озима пшениця без сівби проміжних культур	37,6	51,3	62,4
Озима пшениця + олійна редька з/к	38,1	21,8	–
Озима пшениця + ярий ріпак з/к	38,4	23,9	–
Озима пшениця + гірчиця з/к	36,9	27,8	–
Олійна редька + олійна редька з/к	23,7	14,3	–
Озима пшениця + олійна редька з/к + олійна редька з/д	37,2	20,6	12,7
Озиме жито + олійна редька з/к + олійна редька з/д	32,5	17,1	9,6

* I, II, III – відповідно збирання урожаю основної та проміжних культур;
з/к, з/д – зелений корм та зелене добриво.

На підставі представлених результатів авторами зроблено висновок, що вирощування хрестоцвітних культур в проміжних посівах слід розглядати не лише як чинник зміцнення кормової бази господарств, але і як прийом, який робить позитивний вплив на фітосанітарну ситуацію в сівозміні. Це особливо важливо для мобілізації природних ресурсів, що обумовлюють високу продуктивність агрофітоценозу.

Таких же висновків дійшли і ми у своїх дослідженнях щодо герборегулюючої ефективності редьки олійної в системі біологічного контролю забур'яненості (табл. 3.24, рис. 3.13–3.15).

¹⁸⁷² Бабич А. Г., Сухарева Р. Д., Бабич О. А., Матвієнко О. П. Оптимізація традиційних та адаптивних систем удобрення в осередках поширення цитоутворюючих нематод. В зб.: Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві. К.: НУБіП України, УННІ якості біоресурсів та безпеки життя. 2011. 11 с.

Таблиця 3.24

Загальна засміченість посівів сортів озимої пшениці залежно від попередника (середнє за 2010 – 2012 рр.)¹⁸⁷³

Попередник	Миронівська 67		Донецька 48	
	г/м ²	у загальній фітомасі, %	г/м ²	у загальній фітомасі, %
Редька олійна на зелений корм (норма висіву 3,0 млн шт./га схожих насінин, посів рядковий)	51,4 ± 2,9	10,4	53,6 ± 3,2	9,6
Редька олійна на насіння (норма висіву 1,5 млн шт./га схожих насінин, посів черезрядний)	62,3 ± 2,3	12,4	68,6 ± 3,3	11,3
Кукурудза на зелений корм	106,8 ± 3,4	29,2	112,4 ± 2,7	31,3
Соя	81,9 ± 2,7	13,2	79,4 ± 2,1	12,7
Озимий ріпак	96,3 ± 1,8	25,1	94,2 ± 3,3	23,8
Горох	91,7 ± 3,6	17,2	89,3 ± 2,4	16,4
<i>НІР</i> ₀₅	3,2	–	3,7	–



¹⁸⁷³ Цицюра Я. Г. Герборегулююча роль редьки олійної у адаптивному землеробстві. Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-онференції: “Проблеми і перспективи розвитку сучасної науки”. Миколаїв, МДСДС ИЗЗ НААНУ України, 2014. С. 44.



Рисунок 3.13 – Активне пригнічення розвитку бур'янів в посівах редьки олійної за рахунок високих темпів росту та інтенсивного розвитку асиміляційної поверхні (верхня позиція – у фазу початку цвітіння, нижня позиція – у період активного плодоношення, коли за рахунок зниження або ж повного затухання ростових процесів та інтенсивного зниження облистяності, бур'яни активізують свій ріст).



Рисунок 3.14 – Екологічна ніша (нижній ярус) бур'янів у стеблестій редьки олійної сорту Журавка за норми висіву 2,0 млн шт./га схожих насінин.



Рисунок 3.15 – Поодинокі рослини редьки олійної на інтенсивно забур'яненій ділянці на дослідному полі ВНАУ, 2014 р. (чисельність бур'янів понад 450 рослин/м², за рахунок активних темпів росту рослини ефективно конкурують та продовжують вегетувати, входячи в репродуктивну фазу розвитку).

Представлені дані засвідчують, що редька олійна як попередник забезпечує вищі в 1,6–1,7 рази рівні фітосанітарної чистоти посівів порівняно з найбільш рекомендованими попередниками – соєю і горохом. Це в свою чергу підкреслює значимість редьки олійної для безгербіцидного контролю чисельності бур'янів.

В багатьох дослідженнях підкреслено і позитивний вплив редьки олійної як сидерату на водно-фізичні властивості ґрунту^{1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889}.

¹⁸⁷⁴ Богомоллова Ю. А. Влияние сидеральных культур на баланс элементов питания в светло-серой лесной почве. / Ю. А. Богомоллова, Ю. Н. Платонычева, Н. В. Полякова. Нетрадиционные источники и приемы организации питания растений. Нижний Новгород, 2011. С. 96-99.

¹⁸⁷⁵ Витанова И. Влияние на зеленото терене вѣрху химичния сѣсав на почвата и листата на сливови дѣрвета. Растениеведни науки. 1987. Т. XXIV. № 6. С. 19-20.

¹⁸⁷⁶ Возняковская Ю. М., Попова Ж. П., Петрова Л. Г. Сидеральные удобрения – регуляторы почвенно-микробиологических процессов в условиях почвоутомления. Докл. ВАСХНИЛ. 1988. 32. С. 6-9.

¹⁸⁷⁷ Вплив довготривалого поєднання систем обробітку ґрунту і добрив в польовій сівозміні на біологічну активність ґрунту. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://studies.com.ua/raznoe/vpliv-dovgotrivalogo-po-dnannya-sistem-obrob-tku-gruntu-dobriv-v-polov-y-s-vozm-n-na-b-olog-chnu-aktivn-st-gruntu.html>.

¹⁸⁷⁸ Гудзь В. П., Міщенко Ю. Г., Прасол В. І., Муха Л. В. В. Г. Дідора, Р. Б. Кропивницький Вплив сидерату і способів основного обробітку ґрунту на об'ємну масу та водоспоживання посівів картоплі [Електронний ресурс]. Наукові доповіді НУБіП. 2011-7 (23), режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11krbcsp.pdf.

У дослідженнях С. С. Рубина¹⁸⁹⁰ встановлено, що використання хрестоцвітних сидератів у загальному блокові ярих сидератів за різних систем утримання міжрядь саду сприяло, у середньому за період досліджень, збільшенню більш ніж на 20 % кількості водостійких агрегатів (> 0,25 мм) (табл. 3.25).

Таблиця 3.25

Вплив різних систем утримання ґрунту на кількість водостійких агрегатів > 0,25 мм, %

Варіант утримання ґрунту	Шар ґрунту, см	Середнє за період досліджень	
		абсолютна величина	по відношенню до контролю
Чорний пар	0 – 20	42,5	100
	20 – 40	55,7	100
	0 – 40	49,1	100
Ярі сидерати (редька олійна, грчиця біла, горох)	0 – 20	54,1	127,3
	20 – 40	64,0	114,9
	0 – 40	59,0	120,2
Залуження	0 – 20	60,0	141,2
	20 – 40	68,7	123,3
	0 – 40	64,4	140,9

¹⁸⁷⁹ Жирмунская Н. М. Все о сидератах Центр экологического земледелия. Днепропетровск, 2006. 60 с.

¹⁸⁸⁰ Киселёв М. В. Влияние капустных сидератов на урожайность, качество картофеля и биометрические показатели плодородия почвы в условиях Северо-Запада РФ. Плодородие. №1 (64). 2012. С. 23-25.

¹⁸⁸¹ Кузин Е. Н. Сидераты повышают плодородие чернозёмных почв. Земледелие. 1990. № 3. С. 15-16.

¹⁸⁸² Леднев Н. А. Влияние удобрений и сидерата на воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв. Вестник РАСХН. 2012. № 3. С. 21-24.

¹⁸⁸³ Лошаков В. Г. Изменение агрофизических свойств дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при длительном применении пожнивного зеленого удобрения. Известия ТСХА. 1999. № 2. С. 29.

¹⁸⁸⁴ Матвеева Н. В. Влияние фитохимической мелиорации на структурное состояние и "дыхание" светло-серых лесных почв Предбайкалья: автореф. дис....канд. с.-х. наук 06.01.03 – агропочвоведение и агрофизика / Наталья Владимировна Матвеева. Иркутск, 2006. 20 с.

¹⁸⁸⁵ Нарушева Е. А. Влияние сидерации на свойства чернозема выщелоченного лесостепного Поволжья / Е. А. Нарушева. [Электронный ресурс] – режим доступа: (www.agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2011/2/st_19.doc).

¹⁸⁸⁶ Недзинскене Т. Ю. Роль сидеральных культур в окультуривании дерново-подзолистых супесчаных почв. Почвы и их плодородие на рубеже столетий. Минск, 2001. Кн. 2: Актуальные проблемы плодородия почв в современных условиях. С. 222-224.

¹⁸⁸⁷ Перчук В. В. Взаємодія рослин кукурудзи з бур'янами при застосуванні різних видів сидератів та систем основного обробітку ґрунту в Лісостепу України: автореф дис...кандидта с.-г. наук 06.01.01 – загальне землеробство / В. В. Перчук. – Національний аграрний університет, Київ, 2008. 18 с.

¹⁸⁸⁸ Роль сидератов в сохранении плодородия черноземных почв. / [Н. П. Юмашев, И. А. Трунов, А. П. Полтинин, В. А. Дубовик]. АГРО XXI. 2008. № 10/12. С. 36-37.

¹⁸⁸⁹ Синих Ю. Н. Влияние длительного применения зеленого удобрения на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность зерновых севооборотов. Труды Моск. с.-х. акад. им. К.А.Тимирязева. 1995. С. 41-45.

¹⁸⁹⁰ Рубин С. С., Бутыло А. Ф., Дончук Л. И. Содержание междурядий интенсивного сада. Плодоовощное хозяйство. 1985. № 11. С. 8-10.

Дослідженнями Е.А. Нарушевої¹⁸⁹¹ встановлено, що використання хрестоцвітих сидератів здійснює багатоплановий і комплексний вплив на зміну агрофізичних, агрохімічних та біологічних показників різних типів ґрунтів і, зокрема, чорнозему вилугуваного в умовах Поволжжя: збільшення кількості цінних водостійких агрегатів від 0,8 до 8,3 % (для редьки олійної зокрема від 2,0 до 3,2 %); покращення структури профілю ґрунту впродовж 1–3 року після сидерації, зменшення щільності ґрунту на 0,05 – 0,08 г/см³ (0,06 для редьки олійної); зниження величин міграції елементів живлення у більш глибокі горизонти з орного; відновлення нормального циклу колообігу органічної речовини і азоту у ґрунті тощо. Редька олійна разом з буркуном білим та ріпаком ярим забезпечила 59 – 63 % агрономічно цінних агрегатів та 33 – 40 % водостійких агрегатів, що наближається до оптимальних параметрів цих показників для чорноземних ґрунтів (табл. 3.27).

Дослідження Е.А. Нарушевої¹⁸⁹² засвідчили також, що сидерати підвищували активність амоніфікуючих та нітрифікуючих груп мікроорганізмів в результаті чого у ґрунті підвищувалась концентрація доступних форм амонійного та нітратного азоту. Зелена маса вивчених сидератів багата на азот і має вузьке співвідношення вуглецю до азоту 10:1 – 12:1, що сприяло мобілізації поживних речовин у орному шарі ґрунту. Використання сидератів, крім того, підвищувало вміст нітратного (N–NO₃) і амонійного (N–NH₄) азоту у ґрунті, відповідно, на 0,8 – 4,6 и 7,5 – 15,2 мг/кг (редька олійна зокрема на 3,1 і 9,6 мг/кг (табл. 3.27). Причому, позитивна динаміка у концентрації цих форм азоту відмічалась і на третій рік після застосування вказаних сидератів.

Таблиця 3.26

Вплив сидератів на вміст нітратного і амонійного азоту в шарі 0–30 см в кінці вегетації культури

Варіанти дослідів	Вміст азоту в шарі 0–30 см, мг/кг ґрунту		
	N–NO ₃	N–NH ₄	сума азоту
Без сидерації (контроль)	6,1	11,2	17,3
Фацелія	6,9	18,7	25,6
Буркун білий	10,7	26,4	37,1
Ріпак ярий	10,4	25,6	36,0
Гірчиця біла	9,5	25,3	34,8
Редька олійна	9,2	20,8	30,0
<i>НСР₀₅</i>	<i>0,24</i>	<i>0,61</i>	<i>0,86</i>

¹⁸⁹¹ Нарушева Е. А. Влияние сидерации на свойства чернозема выщелоченного лесостепного Поволжья. [Электронный ресурс] – режим доступа: (www.agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2011/2/st_19.doc)

¹⁸⁹² Нарушева Е. А. Влияние сидерации на свойства чернозема выщелоченного лесостепного Поволжья. [Электронный ресурс] – режим доступа: (www.agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2011/2/st_19.doc)

Таблиця 3.27

Вплив різних сидеральних культур на склад ґрунтових агрегатів у шарі 0 – 30 см в кінці вегетації гречки, %

Варіанти дослідів	Вид аналізу	Розмір фракції, мм									10 – 0,25 мм, %
		>10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	<0,25	
Без сидерації (контроль)	Сухе просіювання (А)	28	8	7	8	6	14	6	7	16	56
	Мокре просіювання (В)			2,4	2,0	1,8	2,3	6,6	15,6	69,3	30,7
Фацелія	Сухе просіювання (А)	26	9	8	8	8	11	6	8	16	58
	Мокре просіювання (В)			1,1	1,9	1,9	2,1	9,8	14,7	68,5	31,5
Буркун білий	Сухе просіювання (А)	24	10	9	8	7	14	7	8	13	63
	Мокре просіювання (В)			1,2	1,0	1,6	6,9	10,0	18,3	61,0	39,0
Ярий ріпак	Сухе просіювання (А)	23	9	9	9	7	15	7	8	13	64
	Мокре просіювання (В)			1,5	1,2	1,6	7,7	10,2	17,4	60,4	39,6
Гірчиця біла	Сухе просіювання (А)	25	9	8	9	8	12	6	7	16	59
	Мокре просіювання (В)			1,5	1,2	1,8	5,4	7,0	17,0	66,1	33,9
Редька олійна	Сухе просіювання (А)	24	10	8	9	7	12	6	8	16	60
	Мокре просіювання (В)			1,7	1,5	1,7	3,4	7,2	17,2	67,3	32,7
F _{факт} (А)		87,5*								60,9*	172,1*
НСР ₀₅ (А)		0,74								0,43	1,67
F _{факт} (В)										123,7*	98,6*
НСР ₀₅ (В)										1,74	0,98

* F_{факт} > F_{табл.}

Вміст в ґрунті рухомих форм фосфору і калію також мала тенденцію до зростання за використання сидератів за рахунок органічних кислот – корневих виділень сидератів. Використання редьки олійної сприяло за трьохрічний цикл підвищенню забезпеченості фосфором на 2,5–3,5 %, а калієм на 1,5–1,8 %. Підвищились і показники “дихання” ґрунту – виділення вуглекислого газу було на 15–18 % вищим при затосуванні редьки олійної, ніж на варіанті без сидерації. За цих же умов вивчення покращувався і водний режим при заорюванні сидератів, зокрема водоутримуюча та воднопіднімальна здатність, зростала ферментна активність ґрунту (табл. 3.28).

Таблиця 3.28

Вплив сидератів на активність ферментів ґрунту під посівом гречки

Варіанти дослідів	Активність ферментів			
	уреаза, мг сечовини/10 г ґрунту/добу	амілаза, мг мальтози/10 г ґрунту/добу	ксіланаза, мг/1 мл реакційної суміші	інвертаза, мг глюкози/1 г ґрунту/4 год
Без сидерації (контроль)	107	12,2	7,26	16,0
Фацелія	128	21,4	7,74	24,2
Буркун білий	151	25,0	8,80	18,8
Ріпак ярий	144	28,5	9,10	32,8
Гірчиця біла	135	23,8	8,40	28,6
Редька олійна	135	26,9	8,10	27,2
<i>НСР₀₅</i>	<i>3,4</i>	<i>0,5</i>	<i>0,2</i>	<i>0,6</i>

Дослідженнями О.Ю. Карпенко¹⁸⁹³ встановлено, що використання редьки олійної як сидерату під кукурудзу на фоні різних систем обробітку ґрунту позитивно впливає на динаміку чисельності азотобактеру а також неспорівих бактерій, актиноміцетів і грибів. Наявність азотобактера у ґрунті є показником його родючості, оскільки він є індикатором на наявність у ґрунті фосфору, калію, кальцію, рН середовища та ін. Цей мікроорганізм має здатність фіксувати азот атмосфери, а також синтезувати стимулятори росту рослин: ауксин, вітаміни. Дослідами автора встановлено, що використання редьки олійної підвищує чисельність азотобактеру у фазу 6 – 8 листків кукурудзи, а це свідчить про високу її біологічну активність. За цих умов при полицевому обробітку спостерігається більш висока кількість азотобактеру, ніж при чизельному. Така залежність відмічена перед збиранням кукурудзи у варіанті з внесенням гною та використанням редьки олійної на сидерат та зелений корм, в той час, як при чизельному обробітку кількість азотобактеру зменшувалась (табл. 3.29).

¹⁸⁹³ Карпенко О. Ю., Кротінов О. П., Самкова О. П. Післяжнивні сидерати і алелопатія: Науч. тр. КГАУ. Сельскохозяйственные науки.. 2002. Вып. 72. С. 54-58.

Таблиця 3.29

Вплив негуміфікованої органічної речовини та різних способів обробітку ґрунту на алелопатичну активність ґрунту під кукурудзою на зерно (% обростання грудочок ґрунту тест культурою *Azotobacter*), %

Варіанти дослідів	Оранка на 28 – 30 см			Чизельний обробіток на 28 – 30 см		
	перед посівом	фаза 6 листків	перед збиранням	перед посівом	фаза 6 листків	перед збиранням
Контроль (кореневі та стерньові рештки озимої пшениці)	98	96	98	96	94	98
Гній, 40 т/га	100	100	100	94	98	98
Озимий ріпак на сидерат	92	100	94	98	96	96
Озимий ріпак на зелений корм	96	100	98	100	100	96
Редька олійна на сидерат	96	100	100	96	100	98
Редька олійна на зелений корм	96	100	100	96	100	98

Нею встановлено також, що використання редьки олійної в якості сидерату сприяє збільшенню у ґрунті гліцину, аспарагінової і глютамінової кислот, що є свідченням підвищення біологічної активності ґрунту та посилення позитивно формуючих мікробіологічних процесів, особливо виражених на фоні застосування чизелювання. Відмічено і позитивний вплив редьки олійної на об'ємну масу ґрунту. Застосування її в якості сидерату забезпечувало найнижчі показники щільності ґрунту серед усіх вивчених варіантів 1,05 – 1,22 г/см³ з нижчими значеннями на фоні оранки (табл. 3.30).

Позитивно впливала редька олійна і на поживний режим ґрунту: зростала кількість гідролізованого азоту у ґрунті та вмісту рухомих форм фосфору і калію, особливо за умов чизельного обробітку (табл. 3.30).

Таблиця 3.30

Вплив основного обробітку і післяжнивних посівів на динаміку щільності активного шару ґрунту в посівах кукурудзи на зерно, г/см³

Номер варіанту	Обробіток ґрунту					
	Оранка на 28 – 30 см			Чизельний обробіток на 28 – 30 см		
	перед посіво м цвітін ня збиран ням	посіво м цвітін ня збиран ням	посіво м цвітін ня збиран ням	посіво м цвітін ня збиран ням	посіво м цвітін ня збиран ням	посіво м цвітін ня збиран ням
Контроль (кореневі та стерньові рештки озимої пшениці)	1,07	1,15	1,20	1,10	1,22	1,27
Гній, 40 т/га	1,06	1,14	1,18	1,08	1,22	1,25
Озимий ріпак на сидерат	1,05	1,12	1,18	1,08	1,20	1,24
Озимий ріпак на зелений корм	1,06	1,15	1,18	1,09	1,21	1,25
Редька олійна на сидерат	1,05	1,11	1,17	1,06	1,17	1,22
Редька олійна на зелений корм	1,06	1,14	1,18	1,08	1,19	1,22

Підтверджені раніше зроблені висновки різних долідників і у дослідженнях В.В. Перчука¹⁸⁹⁴. Автор стверджує, що за рівнем впливу на зменшення щільності провідна роль належить редці олійній. Цю культуру можна зарахувати до культур, здатних сприяти розуцільненню підорного шару ґрунту, який є перепорою для активного проникнення в глибину вологи, повітря та коренів рослин (табл. 3.31–3.32).

Таким чином, внесення під основний обробіток ґрунту сидератів та гною веде до тенденції зменшення об'ємної маси ґрунту, як перед сівбою с.-г. культур, так і в період їх збирання. Зменшення щільності ґрунту за використання сидератів пов'язане з більш швидким розкладом органічної маси зелених добрив.

Автор відмічає, що внесення різних видів органічних добрив знижувало ступінь щільності ґрунту, що тим самим залежала від кількості органічної речовини, яка надходила з добривами. Найбільше значення цього показника відмічено у варіантах з використанням зеленої маси післяжнивних посівів редьки олійної.

¹⁸⁹⁴ Перчук В. В. Взаємодія рослин кукурудзи з бур'янами при застосуванні різних видів сидератів та систем основного обробітку ґрунту в Лісостепу України: автореф дис...кандидта с.-г. наук 06.01.01 – загальне землеробство. Національний аграрний університет, Київ, 2008. 18 с.

Таблиця 3.31

Вплив негуміфікованої органічної речовини та різних способів основного обробітку ґрунту на динаміку вмісту обмінного фосфору і калію в ґрунті під посівами кукурудзи, мг на 100 г сухого ґрунту

Варіанта дослідів	Оранка на 28 – 30 см						Чизельний обробіток на 28 – 30 см					
	перед посівом		фаза 6 – 8 листочків		перед збиранням		перед посівом		фаза 6 – 8 листочків		перед збиранням	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (кореневі та стерньові рештки озимої пшениці)	17,07	2,07	17,14	17,3	17,02	13,3	17,70	20,2	17,40	17,1	17,53	13,9
Гній, 40 т/га	18,52	23,8	19,37	19,3	20,07	14,8	19,00	23,2	19,60	18,0	19,26	15,7
Озимий ріпак на сидерат	17,23	23,0	17,66	17,3	17,85	14,6	18,43	21,8	19,25	18,3	17,82	16,7
Озимий ріпак на зелений корм	16,18	21,8	16,96	14,7	16,72	13,5	15,7	21,2	16,78	17,5	16,12	15,1
Редька олійна на сидерат	18,82	22,5	17,38	18,7	17,66	14,7	–	21,9	20,96	19,1	20,05	17,1
Редька олійна на зелений корм	14,71	20,5	16,78	15,7	16,98	14,0	15,94	21,5	17,15	17,2	16,90	15,3

Таблиця 3.32

Вплив сидератів та основного обробітку ґрунту
на об'ємну масу орного шару 0 – 30см, г/см³¹⁸⁹⁵

Варіант досліджу	Строк спостереження					
	під час сівби		6 – 8 листків		під час збирання	
	г/см ³	%	г/см ³	%	г/см ³	%
Оранка на 25 – 27 см						
Кореневі та стерньові рештки пшениці озимої (контроль)	1,18	100	1,27	100	1,35	100
Гній – 40 т/га	1,13	96	1,18	93	1,21	90
Редька олійна	1,10	93	1,17	92	1,20	89
Овес + горох	1,12	95	1,19	94	1,20	89
Солома – 4 т/га	1,15	97	1,22	96	1,24	92
Чизельний обробіток на 25 – 27 см						
Кореневі та стерньові рештки пшениці озимої (контроль)	1,19	100	1,25	100	1,34	100
Гній – 40 т/га	1,15	97	1,20	96	1,22	91
Редька олійна	1,12	94	1,18	94	1,20	89
Овес + горох	1,15	97	1,20	96	1,21	90
Солома – 4 т/га	1,18	99	1,20	96	1,25	93
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,03</i>		<i>0,03</i>		<i>0,06</i>	

Своєрідна і достатньо корисна робота вертикально-стрижневих кореневих її систем полягає в тому, що проникаючи потужними коренями в глибину, за межі орного шару, вона залишає за собою мережу відповідних ходів, що здійснюють вертикальний дренаж ґрунту.

В результаті утворюються сприятливі водний і повітряний режими не лише орного, а також і підорного шарів ґрунту. Ці ходи сприяють проникненню в глибину гравітаційних вод і прискорюють процес збагачення перегноем підорних шарів.

Застосування редьки олійної підвищило щільність орного шару на 2–6 %. Краща щільність створюється із застосуванням полицевого обробітку при загальній позитивній тенденції впливу сидерації на зміну цього фізичного показника.

Забезпеченість орного шару ґрунту вологою у варіантах з використанням різних видів органічних добрив була в середньому на 1,0–2,5% вищою від контрольного варіанту в межах орного шару, що пояснюється загальним поліпшенням при цьому основних агрофізичних показників ґрунту, а також впливом зеленої маси редьки олійної як мульчуючого матеріалу та органічної

¹⁸⁹⁵ Перчук В. В. Взаємодія рослин кукурудзи з бур'янами при застосуванні різних видів сидератів та систем основного обробітку ґрунту в Лісостепу України: автореф дис...кандидта с.-г. наук 06.01.01 – загальне землеробство. Національний аграрний університет, Київ, 2008. 18 с.

речовини, що знижує непродуктивні втрати вологи. Дані свідчать про те, що кращі умови вологозабезпеченості склались у варіантах з полицевим основним обробітком ґрунту на 25–27 см на фоні застосування сидерату редьки олійної (табл. 3.33). Заорювання редьки олійної у ґрунт збільшує в орному шарі ґрунту вміст водотривких агрегатів та щільність, що і призводить до більш рівномірного розподілу профілем атмосферних опадів та кращого їх водопоглинання.

Таблиця 3.33

Вплив сидератів та основного обробітку
на вологість 0 – 100 см шару ґрунту, %, ¹⁸⁹⁶

Варіант досліджу	Строк спостереження					
	під час сівби		6 – 8 листків		під час збирання	
	%	% до конт-ролю	%	% до конт-ролю	%	% до конт-ролю
Оранка на 25 – 27 см						
Кореневі та стерньові рештки пшениці озимої (контроль)	23,5	100	22,1	100	19,7	100
Гній – 40 т/га	24,2	103	23,0	104	20,2	103
Редька олійна	25,8	109	23,7	107	21,5	109
Овес + горох	24,0	102	22,5	102	20,8	105
Солома – 4 т/га	23,8	101	21,5	97	20,0	101
Чизельний обробіток на 25 – 27 см						
Кореневі та стерньові рештки пшениці озимої (контроль)	22,6	100	21,3	100	18,5	100
Гній – 40 т/га	23,3	103	22,2	104	19,3	104
Редька олійна	24,6	109	22,8	107	19,8	107
Овес + горох	23,0	102	21,5	101	18,8	101
Солома – 4 т/га	22,8	101	21,2	100	18,2	98

Результати досліджень все того ж В. В. Перчука засвідчили, що вміст фенольних сполук у ґрунті залежить від виду органічної сидеральної маси та основного обробітку ґрунту (табл. 3.34).

Сумарний вміст фенольних сполук у ґрунті залежав виключно від кількості внесених сидератів та ступеня їх розкладання. Маса рослин редьки олійної проходила процес розкладання максимально активно в період другого строку визначення – у фазу формування 6–8 листків кукурудзи.

За оцінки полицевого і безполицевого основних обробітків ґрунту, а відповідно і способу заробки сидеральних культур та гною, відмічено майже

¹⁸⁹⁶ Перчук В. В. Взаємодія рослин кукурудзи з бур'янами при застосуванні різних видів сидератів та систем основного обробітку ґрунту в Лісостепу України: автореф дис...кандидта с.-г. наук 06.01.01 – загальне землеробство. Національний аграрний університет, Київ, 2008. 18 с.

однакову тенденцію розкладання негуміфікованої органіки і вивільнення фенольних сполук. Проте, їх сума вища із використанням полицевого способу основного обробітку ґрунту за одночасного внесення редьки олійної як післяжнивного сидерату.

Таблиця 3.34

Вплив сидератів та основного обробітку
на вміст фенольних сполук в ґрунті, мг/кг¹⁸⁹⁷

Варіант досліджу	Строк спостереження								
	перед посівом кукурудзи			6 – 8 листків			перед збиранням		
	спир- тові	водно- ацето- нові	всього	спир- тові	водно- ацето- нові	всього	спир- тові	водно- ацето- нові	всього
Оранка на 25 – 27 см									
Кореневі та стерньові рештки пшениці озимої (контроль)	5,7	25,7	31,4	4,5	30,5	35,0	10,0	26,5	36,5
Гній – 40 т/га	8,4	31,5	39,9	6,0	34,3	40,3	15,0	30,1	45,1
Редька олійна	7,4	36,7	44,1	7,0	37,7	44,7	17,3	38,0	55,3
Овес + горох	6,0	26,6	32,6	5,1	30,8	35,9	11,0	31,0	42,0
Солома – 4 т/га	6,5	26,5	33,0	4,1	29,0	33,1	10,3	27,0	37,3
Чизельний обробіток на 25 – 27 см									
Кореневі та стерньо рештки пшениці озимої (контроль)	4,9	20,3	25,1	5,0	26,4	31,4	8,7	23,3	32,0
Гній – 40 т/га	7,0	26,5	33,5	6,3	33,2	39,5	11,4	25,8	37,2
Редька олійна	8,2	28,5	36,7	7,7	36,7	44,4	15,5	32,5	48,0
Овес + горох	5,1	11,7	26,8	5,3	27,0	32,3	10,3	24,7	35,0
Солома – 4 т/га	5,4	20,5	25,9	4,7	25,5	30,2	7,8	24,0	31,8
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,2</i>	<i>6,7</i>		<i>1,1</i>	<i>4,5</i>		<i>3,1</i>	<i>4,5</i>	

Підтверджена позитивна роль редьки олійної як сидерату за одночасного вапнування у поліпшенні агрохімічних і агрофізичних параметрів кислих дерново-підзолистих та сірих лісових ґрунтів в дослідженнях Н.В. Матвеевої¹⁸⁹⁸: заорювання її сидеральної маси на глибину 10 – 20 та 20 – 30 см

¹⁸⁹⁷ Перчук В. В. Взаємодія рослин кукурудзи з бур'янами при застосуванні різних видів сидератів та систем основного обробітку ґрунту в Лісостепу України: автореф дис...кандида с.-г. наук 06.01.01 – загальне землеробство. Національний аграрний університет, Київ, 2008. 18 с.

¹⁸⁹⁸ Матвеева Н. В. Влияние фитохимической мелиорации на структурное состояние и "дыхание" светло-серых лесных почв Предбайкалья: автореф. дис....канд. с.-х. наук 06.01.03 – агропочвоведение и агрофизика. / Наталья Владимировна Матвеева. Иркутск, 2006. 20 с.

з внесенням розрахункової дози вапна сприяло довготривалій оптимізації ефективних умов родючості та стабілізувало продуктивність с.-г. рослин.

У продовження цього, дослідженнями з вивчення способів обробітку ґрунту та вирощування сидеральних культур в міжряддях саду, а також їх впливу на фізичні і біологічні властивості ґрунту та продуктивність дерев яблуні проведеними у навчально-науковому саду Подільського державного аграрно-технічного університету (табл. 3.35) встановлено, що оптимальним варіантом утримання ґрунту яблуневого саду інтенсивного типу насаджень для умов південно-західної частини Лісостепу України є проведення обробітку ґрунту на глибину 5–6 см в поєднанні з вирощуванням редьки олійної, що сприяє підвищенню родючості ґрунту з одночасним поліпшенням його агрофізичних властивостей та забезпечує високу продуктивність насаджень яблуні.

Таблиця 3.35

Структурний склад ґрунту залежно від способів його обробітку в міжряддях саду та вирощування сидератів¹⁸⁹⁹

Способи обробітку ґрунту	Сидерати	Шар ґрунту 0 – 60 см			
		> 10	10 – 0,25	< 0,25	коефіцієнт структурності
Оранка 20 – 22 см	Без сидерату (контроль)	21,11	75,06	3,8	3,01
	Ріпак ярий	18,94	79,38	2,9	3,63
	Редька олійна	17,77	79,31	2,9	3,83
Дискування 10 – 12 см	Без сидерату (контроль)	20,78	75,01	4,2	3,00
	Ріпак ярий	18,92	77,57	3,5	3,46
	Редька олійна	19,13	77,76	3,1	3,50
Фрезерування 5 – 10 см	Без сидерату (контроль)	19,51	77,02	3,4	3,36
	Ріпак ярий	18,09	79,16	2,8	3,78
	Редька олійна	17,15	80,06	2,7	4,03

Досить продуктивними за результатами ряду досліджень встановлено технології вирощування картоплі з використанням редьки олійної як післяжнивного сидерату. У дослідженнях В.П. Гудзя і ін.¹⁹⁰⁰ доведено, що

¹⁸⁹⁹ Печенюк В., Хомовий М., Галицька Г. Зміна фізичних властивостей ґрунту залежно від вирощування сидеральних культур в міжряддях саду. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://www.stelmaschuk.info/archive-internet-conference/65-conferencia-17-10-2013/847-847.html>

¹⁹⁰⁰ Гудзь В. П., Міщенко Ю. Г., Прасол В. І., Муха Л. В. В. Г. Дідора, Р. Б. Кропивницький Вплив сидерату і способів основного обробітку ґрунту на об'ємну масу та водоспоживання посівів картоплі [Електронний ресурс]. Наукові доповіді НУБіП. 2011-7 (23), режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11krbcsp.pdf

використання післяжнивного сидерату редьки олійної, як і проведення основного обробітку ґрунту, безпосередньо впливало на щільність ґрунту під посівами картоплі (табл. 3.36). Так, на фоні сидеральної редьки олійної об'ємна маса орного шару ґрунту значно зменшувалася – у середньому на 0,04 г/см³ при проведенні як безполицевого обробітку, так і оранки. А частка впливу сидерату на вологозабезпеченість ґрунту при вирощуванні картоплі становила 41,2 % (табл. 3.37, рис. 3.16).

Таблиця 3.36

Вплив способів основного обробітку та сидерального фону на об'ємну масу в 0 – 30 см шарі ґрунту при вирощуванні картоплі, г/см³

Органічні добрива (фактор А)	Способи основного обробітку ґрунту (фактор В)			
	оранка 28 – 30 см	безполицевий 28 – 30 см	безполицевий 13 – 15 см	безполицевий 6 – 8 см
Без сидерату	1,20	1,18	1,21	1,21
Післяжниний сидерат (редька олійна)	1,15	1,13	1,17	1,18

НІР_{05 заг} 0,017, фактора А 0,009, фактора В 0,012

Таблиця 3.37

Вплив способів основного обробітку та сидерату на запаси продуктивної вологи в 0 – 30 см шарі ґрунту при вирощуванні картоплі, мм

Органічні добрива (фактор А)	Способи основного обробітку ґрунту (фактор В)			
	оранка 28 – 30 см	безполицевий 28 – 30 см	безполицевий 13 – 15 см	безполицевий 6 – 8 см
Без сидерату	30,4	32,2	31,7	32,5
Післяжниний сидерат (редька олійна)	32,7	34,7	33,4	34,8

НІР_{05 заг} 1,02, фактора А 0,51, фактора В 0,72



Рисунок 3.16 – Сидеральний посів редьки олійної у домашніх умовах під картоплю.

За цих умов чинник сидерату у значення загальної продуктивності картоплі склав 15,3 %, а сама урожайність на фоні з сидеральною редькою була на 5,3 т/га вищою порівняно з фонами без її застосування.

Відмічена висока позитивна роль редьки олійної як компонента біологічної сумісності за сумісного вирощування з більшістю овочевих культур (табл. 3.38) так і як сидерату при вирощуванні овочевих культур у порівнянні з іншими сидеральними культурами та мульчуванням. Так, за висновками Б.А. Бублика¹⁹⁰¹ урожайність моркви після сидеральної редьки олійної була вдвічі вищою, ніж за використання мульчі як контролю та суттєво вищою, ніж при використанні вики і фацелії в якості сидератів (рис. 3.17).



Урожайність моркви за різних сидератів



Рисунок 3.17 – Переваги редьки олійної в якості сидерату та при вирощуванні моркви у порівнянні з мульчуванням на контролі¹⁹⁰².

¹⁹⁰¹ Бублик Б. А. Персональный сайт [Электронный ресурс] режим доступа: <http://lady-pom2013.narod.ru/index/0-10>.

¹⁹⁰² Бублик Б. А. Персональный сайт [Электронный ресурс] режим доступа: <http://lady-pom2013.narod.ru/index/0-10>.

Таблиця 3.38

Сумісність редьки олійної при сумісному вирощуванні з основними овочевими та ягідними культурами¹⁹⁰³

Культури	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1. Баклажани																			+		
2. Біб овочевий						*		*	-		+		*							-	*
3. Виноград					-	+			-				+						+		
4. Горох									-	+	+	*	*	*			-		-		
5. Капуста			-			*			*		*	-	-	+	*	+	*		+		*
6. Картопля		+			*			*					*	*		-			+		+
7. Суниця, полуниця					*	*			*			+	*	*	*				+	*	+
8. Кукурудза		+									+			+	-	-	+	*	+		
9. Цибуля		-		-			*			+			*	*	*				-		*
10. Морква				+					+				*	*			*			*	+
11. Огірки		+			*			*	*				*	*	*	*			*	*	*
12. Петрушка				*			*						*	*		*	+				
13. Редька, редис, редька олійна, дайкон, лобо				*	-	*	*		*	*		*	-	+	*		*		+	*	*
14. Салат				*	+		*		*		*		+				*		*	*	*
15. Столовий буряк					*		*		+		*		*	*	+	+			+	*	+
16. Селера					+	-		-	*	-		-		*	*		*			+	*
17. Томати					*				*	*		+	*	*	*	*			*	*	*
18. Гарбузи								*													
19. Квасоля				-	+	+	*	+	-		+		+	*	+	+	+			-	+
20. Часник				-	-		*			*	*				*		*		-		
21. Шпинат					*	+	*		*	*		*	*	*	+	*	+		+		

+ – дуже добра сумісність; * – добра сумісність; – – погана сумісність.

¹⁹⁰³ Хорошие и плохие соседи на огородной грядке. / Сост. Н. М. Жирмунская. М.: Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 1995. 52 с.

Редька олійна сьогодні також активний компонент біологічного землеробства. Так, на думку І.А. Шуvara^{1904 1905 1906 1907 1908} сидеральні культури можуть компенсувати негативний вплив інтенсивного виробництва сільськогосподарської продукції на її якість і навколишнє природне середовище., забезпечити бездефіцитний баланс гумусу в ґрунтах, виступаючи альтернативою органічних добрив. У запропонованій ним схемі – моделі біологічного землеробства (органічна система удобрення), представленій нижче, саме сидерати трьох культур редьки олійної, гірчиці білої та ріпаку озимого – ключові складові.

За органічної системи удобрення (модель біологічного землеробства) для короткоротаційних сівозмін:

1) вико-вівсяна сумішка – $N_{20}P_{30}K_{30}$ + післяукісно редька олійна – N_{30} (під час сівби); 2) пшениця озима – 200 ц/га сидерату редьки олійної + $N_{15}P_{40}$; післяжнивню гірчиця біла – 30 ц/га соломи + N_{15} (для загортання із соломою) + N_{40} (під час сівби); 3) картопля – 55 т/га гною + 200 ц/га сидерату гірчиці білої або редьки олійної + $N_{20}P_{40}K_{40}$; 4) ячмінь ярий – P_{40} + післяжнивню ріпак озимий – 30 ц/га соломи + N_{15} (для загортання із соломою) + $N_{20}P_{30}K_{30}$ + N_{30} (весняне підживлення); 5) кукурудза на силос – 55 т/га гною + 300 ц/га сидерату ріпаку озимого + $N_{30}P_{60}$.

Підтвердженням ефективної ролі редьки олійної в системі біологічного землеробства навіть на відносно бідних ґрунтах є дослідження М.В. Кисельова¹⁹⁰⁹ де вивчалась ефективність використання сидератів редьки олійної в умовах Північного заходу Російської Федерації по їх впливу на урожайність ряду с.-г. культур (картопля, ярий ячмінь) та на якість і родючість ґрунту (табл.). Ним встановлено, що біологічні показники родючості ґрунту тісно пов'язані з кількістю зеленої маси заорюваного сидерата редьки олійної, який не поступаються люпину вузьколистному і наближаються до підвищених доз гною ВРХ. Як сидеральна редька олійна, так і гірчиця біла збільшують врожайність і покращують якість сільськогосподарських культур як у дії на першу культуру сівозміни, так і в перший рік післядії, при цьому ефективність редьки олійної є вищою в порівнянні з гірчицею білою.

В дослідженнях вивчались варіанти редька олійна без добрив, редька олійна + фон ($P_{90}K_{90}$), редька олійна + фон + N_{60} , редька олійна + фон + N_{120} ,

¹⁹⁰⁴ Агроэкологические основы высокоэффективного выращивания полевых культур в севооборотах биологического земледелия: Рекомендации /за ред. И. А. Шуvara. Львов: Украинские технологии, 2003. 36 с.

¹⁹⁰⁵ Шувар І. А. Зелені добрива: стан і перспективи використання. Львів: Львівський ДСГП, 1994. 19 с.

¹⁹⁰⁶ Шувар І. А. Проміжні культури як один із чинників ефективного функціонування сіяних агроценозів. Вісник Львів. держ. аграр. ун-ту. Львів : Українські технології, 1997. № 1. С. 320-327.

¹⁹⁰⁷ Шувар І. А. Биологическое земледелие на пути усовершенствования энергетической системы "грунт-добрива-рослина". Сельский хозяин. 2005. № 7-8. С. 23-25.

¹⁹⁰⁸ Шувар І. А. Наукові основи підвищення продуктивності сівозмін та родючості ґрунту в традиційному і біологічному землеробстві західного Лісостепу України: Автореф. докт. дис... с.-г. наук: 06.01.01. – загальне землеробство. К., 2005. 37 с.

¹⁹⁰⁹ Киселёв М. В. Влияние капустных сидератов на урожайность, качество картофеля и биометрические показатели плодородия почвы в условиях Северо-Запада РФ. Плодородие. №1 (64). 2012. С. 23-25.

редька олійна + фон + N₁₈₀. В усіх досліджуваних варіантах досліду спостерігався тісний прямий кореляційний зв'язок між врожайністю картоплі і ячменю ($r = 0,929 - 0,996$), інтенсивністю дихання ґрунту і кількістю заробленої в ґрунт маси сидерату ($r = 0,835 - 0,920$). Причому, цей зв'язок проявляється як по дії сидерату, так і по його післядії.

Інтенсивність дихання ґрунту, яке оцінювали за величиною CO₂, який виділяється з ґрунту у виразі кг/га за годину. Залежно від варіанту використання редьки олійної цей показник знаходився у межах 2–3,3 кг/га за годину і був суттєво вищим, ніж у гірчиці, наближаючись до еквівалента використання 20 т/га гною ВРХ. Інтенсивність дихання за прямого використання сидерату редьки олійної була вищою на 25–40 %.

Аналіз умовного балансу елементів мінерального живлення в ланці сівозміни, як при прямому, так і при комбінованому використанні редьки олійної показав, що по досліджуваних варіантах спостерігається позитивний баланс усіх трьох макроелементів, що вивчаються – азоту, фосфору і калію. Причому, відносний баланс до винесення елементів мінерального живлення за три роки склав: N – 148–155 %, P₂O₅ – 256–283 %, K₂O – 160–165 % при комбінованому і N – 147–159 %, P₂O₅ – 270–331 %, K₂O – 163–171 % при прямому використанні сидерату. При цьому, розрахунки показали, що при використанні редьки олійної у якості сидерату (комбіноване використання) в ґрунт було внесено, залежно від варіанту досліду N – 30 – 70, P₂O₅ – 10 – 30, K₂O – 40–70 кг/га. При прямому використанні ці значення були вищі і склали N – 50–110, P₂O₅ – 30–50, K₂O – 60–150 кг/га, що еквівалентно внесенню 10 – 22 т/га гною ВРХ. Умовний баланс елементів живлення (N,P,K) був вищий за безпосереднього використання сидерату порівняно з комбінованим застосуванням в середньому на 10–20 %.

Баланс гумусу в ланці сівозміни «сидерат – картопля – ячмінь» по усіх варіантах був негативним. Проте при прямому використанні редьки олійної він наближався до бездефіцитного. Позитивний баланс гумусу спостерігався тільки у варіанті з гноєм ВРХ 40 т/га. При комбінованому використанні сидерату показники балансу гумусу для всіх культур були нижчими, ніж при прямому його використанні. Це пов'язано як з нижчими дозами заорюваної зеленої маси, ніж при одноукісному посіві, так і з використанням урожаю першого укусу на кормові цілі.

Максимальна врожайність картоплі при прямому використанні сидератів була у варіанті «редька олійна + Фон + N₁₈₀» і склала 29,5 т/га, тоді як при комбінованому використанні по цьому ж варіанту вона становила 23,2 т/га. В цілому, врожайність картоплі при прямому використанні сидератів була вищою, ніж при комбінованому в середньому на 2,0–5,0 т/га або на 5–15 %.

Цими ж дослідженнями встановлено, що починаючи з дози азоту вище N₆₀ в урожаї зеленої маси редьки олійної спостерігається перевищення ГДК по нітратах в 2,5–3 рази. Тому доза азоту для кормових цілей та при комбінованому використанні редьки олійної у якості сидерату не повинна перевищувати 60 кг/га, що підтверджує зроблені нами висновки стосовно особливостей удобрення редьки олійної за її вирощування на кормові цілі.

Таблиця 3.39

Залежність урожайності та інтенсивності дихання ґрунту від кількості приораного сидерату – редьки олійної¹⁹¹⁰

Показник	Безпосереднє (пряме) використання сидерату		Використання 1-го укосу на корм, другого – на сидерат (комбіноване)	
	рівняння регресії	коефіцієнт кореляції	рівняння регресії	коефіцієнт кореляції
Кількість заораного сидерату і урожайність картоплі після його застосування	$y = 0,209x + 177,7$	0,996	$y = 0,088x + 206,8$	0,920
Кількість заораного сидерату і урожайність ярого чменю у післядії його застосування	$y = 0,006x + 20,85$	0,946	$y = 0,012x + 19,19$	0,893
Інтенсивність дихання ґрунту під картоплею і кількість заораної маси сидерату (пряма дія)	$y = 0,002x + 1,452$	0,929	$y = 0,006x + 0,962$	0,906
Інтенсивність дихання ґрунту під ярим ячменем і кількість заораної маси сидерату (післядія)	$y = 0,002x + 1,266$	0,974	$y = 0,007x + 0,839$	0,835

Важливо відмітити, що широкого вжитку, особливо в Європейських державах набув досвід так званого "зеленого мульчування". Найчастіше використовують люпин, олійну редьку, гірчицю білу, люцерну, кінські боби, еспарцет, конюшину. Як мульчу скошену зелену масу розкидають на поверхні ґрунту, але більший ефект можна отримати, перемішуючи її з верхнім шаром ґрунту дисковими знаряддями.

Окремим важливим чинником значимості редьки олійної як фітомеліоранта є використання її в якості сидерата на радіоактивно-забруднених ґрунтах. М.С. Чернілевський і ін.¹⁹¹¹ відмічають, що редьку олійну можна ефективно використовувати навіть на дерново-підзолистих ґрунтах при щільності забруднення цезієм понад 5 Кі/км^2 за рахунок низьких значень коефіцієнтів переходу радіоактивних ізотопів в рослину (табл. 3.40).

¹⁹¹⁰ Киселёв М. В. Влияние капустных сидератов на урожайность, качество картофеля и биометрические показатели плодородия почвы в условиях Северо-Запада РФ. Плодородие. №1 (64). 2012. С. 23-25.

¹⁹¹¹ Чернілевський М. С. Зелене добриво – важливий захід підвищення родючості та урожайності культур в умовах біологізації землеробства / М.С. Чернілевський, А.С. Малиновський, Н. Я. Кривіч та ін. Житомир, 2003. 124 с.

Таблиця 3.40

Коефіцієнти переходу (КП) Цезію–137 з дерново–підзолистого ґрунту у різні види кормових культур¹⁹¹²

Кормові культури (листочестеблова маса)	Коефіцієнт переходу (КП)*	Кормові культури	Коефіцієнт переходу (КП)
Костириця	0,02	Ячмінь	0,10
Вісяниця	0,05	Овес	0,10
Тимофіївка	0,05	Пайза	0,20
Грястиця збірна	0,20	Мальва	0,30
Лисохвіст лучний	0,32	Тонконіг лучний	0,21
Свиріпа	0,10	Вика	0,30
Редька олійна – зелена маса	0,20	Люцерна	0,50
– насіння	0,30	Конюшина	0,50
Ріпак	0,40	Буркун	1,20
Капуста кормова	0,70	Амарант	1,50

*КП** – коефіцієнт пропорційності (переходу), (Бк/кг)/(кБк/м²).

За рахунок низьких значень коефіцієнту переходу олійна редька рекомендується як однорічний органічний меліорант для зниження накопичення радіоактивних ізотопів (зокрема цезію) у рослинницькій продукції в 1,2–1,5 рази^{1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919}.

¹⁹¹² Чернілевський М. С. Зелене добриво – важливий захід підвищення родючості та урожайності культур в умовах біологізації землеробства / М.С. Чернілевський, А.С. Малиновський, Н. Я. Кривіч та ін. Житомир, 2003. 124 с.

¹⁹¹³ Ведение сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения; под общей редакцией Г. В. Козьмина, С. В. Круглова. Обнинск: ИАТЭ. 1999. 118 с.

¹⁹¹⁴ Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999 – 2002 рр.: Методичні рекомендації. К., 1998. 105 с.

¹⁹¹⁵ Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період: Методичні рекомендації За заг. Редакцією академіка УААН Прістера Б.С.. К.: Атіка-Н, 2007. 196 с.

¹⁹¹⁶ Мойсієнко В. В., Шевчук О. Я. Екологічний стан, шляхи поліпшення і продуктивність природних кормових угідь в умовах радіоактивного забруднення Полісся України. Корми і кормоиробництво. 2006. Вип. 58. С. 9-19.

¹⁹¹⁷ Правила ведення агропромислового виробництва в умовах радіоактивного забруднення земель Республіки Беларусь на 2002 – 2005 гг. Міністерство сільського господарства і продовольства Республіки Беларусь. Мн., 2002. 74 с.

У цілому, роль редьки олійної як проміжної сидеральної культури зводиться до принципової схеми ролі проміжних культур у системі біологізації землеробства (рис. 3.18).

ПРОМІЖНІ ПОСІВИ В АГРОЕКОСИСТЕМІ ВПЛИВАЮТЬ НА:	
Фітосанітарний стан ґрунту і посівів	• зменшення забур'яненості посівів та грибкових захворювань культурних рослин
	• провокування насіння бур'янів до проростання
	• зменшення кількості шкідливих організмів • усунення несумісності культур у насичених сівозмінах (зернові по зернових та 1Н.)
	• біологічне оздоровлення (посіви гірчиці білої проти дротяника та ін.)
Інтенсивність ерозійних процесів	• уповільнення і послаблення ерозійних процесів
	• збільшення інтенсивності снігозатримання
	• зменшення негативного впливу на ґрунт важких машин і механізмів
	• швидке затінення і максимально тривале утримання ґрунту під рослинним укриттям
	• зменшення ущільнення і запливання ґрунту
	• поліпшення структури ґрунту
Продуктивність агрофітоценозу	• отримання в зеленому конвеєрі цінних та дешевих соковитих кормів від ранньої весни до пізньої осені
	• збільшення коефіцієнта використання ФАР
	• збільшення врожайності культур
	• підвищення коефіцієнта використання ріллі
	• підвищення продуктивності сівозміни
	• сировина для харчової та переробної промисловості (біопаливо, олії, оливи, тощо)
Стале функціонування, стан довкілля, якість продукції	• досягнення та підтримання природного балансу
	• зведення до мінімуму потреби використання пестицидів
	• отримання екологічно чистої продукції
	• поліпшення екологічного стану довкілля • поліпшення якості та зберігання продукції

Рисунок 3.18 – Вплив проміжних посівів на процеси біологізації агроєкосистеми та збалансоване природокористування¹⁹²⁰.

¹⁹¹⁸ Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2003-2005 гг / Под ред. И.М. Богдевича. Мн., 2003. 72 с.

¹⁹¹⁹ Чистик О. В. Ведение сельскохозяйственного производства на землях загрязнённых радионуклидами: учебно-методическое пособие / О.В. Чистик, С.Е. Головатый, С.С. Позняк. Минск: МГЭУ им А. Д. Сахарова, 2008. 208 с.

¹⁹²⁰ Чистик О. В. Ведение сельскохозяйственного производства на землях загрязнённых радионуклидами: учебно-методическое пособие / О. В. Чистик, С. Е. Головатый, С. С. Позняк. Минск: МГЭУ им А. Д. Сахарова, 2008. 208 с.

Таким чином, редьку олійну слід рекомендувати в біологічних системах технологій направлених на відновлення родючості порушених земель, на забезпечення сидеральних систем удобрення в різних системах обробітку та як активного і ефективного фітосанітара поля.

Технології вирощування редьки олійної як сидерата опрацьовано Спількою органічного землеробства¹⁹²¹. За їх даними, найскладніші умови для сидерації редьки олійної складаються за її вирощування в післяжнивний період (липень–серпень), який характеризується найбільшим дефіцитом вологи в Україні. Її запаси в шарі 0 – 10 см на чорноземах Центрального Лісостепу становлять 3–8 мм і значно менше в інших, не таких родючих, ґрунтових відмінах. Аби не допустити повного випаровування води з призначеного під сидерати ґрунту, треба разом зі збиранням попередника і, як виняток, – через один день після збирання, застосувати поверхневий обробіток ґрунту, що складається з його дискування на 5 – 6 см, боронування та прикотковування поверхні кільчастими котками. Такий обробіток, особливо проведений уночі, руйнує капіляри між верхнім обробленим і нижніми необробленими більш зволоженими шарами (з яких вода піднімається по капілярах вгору), що припиняє її випаровування та сприяє поступовому зволоженню верхнього шару.



Рисунок 3.19 – Посів редьки олійної як післяжнивної культури з використанням спеціалізованих сівалок¹⁹²².

Іншим, менш ефективним джерелом зволоження поверхні ґрунту в цей період є роса, що випадає внаслідок конденсації водяної пари (після нічного зниження температури ґрунту та охолодження приґрунтового повітря). Шар роси, утвореної за одну ніч, досягає 0,1–0,5 мм. А за рік її випадає до 40 мм, тобто така кількість, що відповідає місячній нормі атмосферних опадів у Центральному Лісостепу у квітні чи серпні – листопаді. На утворення роси та на її кількість впливає багато чинників, зокрема вітер. Якщо він має малу швидкість, то до кожного предмета (грудочки,

¹⁹²¹ Справочник по кормопроизводству. Под ред. член-кор. ВАСХНИЛ А. И.Тютюнникова. М.: Россельхозиздат, 1982. 352 с.

¹⁹²² Зайцева Е.И., Дристовлюбов С.П. Силосные культуры в Ямало-Ненецком национальном округе. В кн.: Новые силосные растения. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1966. С. 46-48.

рослини), на якому осідає роса, піднімаються нові й нові порції водяної пару, що збільшує кількість вологи. За великої сили вітру роса не утворюється. Роса утворюється здебільшого на рівній, проте шорсткій, поверхні ґрунту, якій відповідає технологія наведеного поверхневого обробітку під сидерати. Та більшість сучасних агрономів не знайомі з переліченими виробничими й природними особливостями. Тому й не поспішають створювати належні умови для виробництва сидеральних добрив, вважаючи, що сидерати виростуть і за умов пізнього обробітку ґрунту, а за першої невдачі роблять висновок про недоцільність сидерації.

Узагальнені рекомендації авторів, бібліографія яких преведена вище (табл. 3.41, рис. 3.20–3.22) щодо сидерації редьки олійної у зоні достатнього зволоження зводяться до впровадження у стислі строки зазначених вище прийомів підготовки ґрунту, застосування азотних добрив (30–60 кг/га), високоякісного насіння з обов'язковим його протруюванням напередодні сівби та заробку сидеральної маси на глибину 15 – 30 см. Така технологія сприяє збереженню в ґрунті залишку води, не використаного попередником, сприяє накопиченню води в поверхневому шарі ґрунту за рахунок підняття з нижніх шарів, що забезпечує появу повних сходів рослин через 3 – 4 доби після сівби, а густий їх травостій є середовищем для утворення великої кількості роси, яка рятує рослини від загибелі в перші дні вегетації.

Таблиця 3.41

Основні технологічні параметри використання редьки олійної як сидерату

Технологічні складові	Параметри
Оптимальні культури для даного сидерату	Всі нехрестоцвіті овочеві, картопля, цукрові і кормові буряки, зернові ярі групи, міжряддя саду (кісточкові та зерняткові породи)
Строки сівби сидерату	Самий широкий діапазон від кінця березня до другої декади вересня залежно від типу та характеру сидерації
Строки сидерації	Не пізніше як за 30 днів до посіву наступної культури
Підготовка ґрунту під посів сидерату	Варіант поверхневого обробітку на глибину до 8 – 10 см. У суху пору року післяпосівне коткування
Норма висіву	Рекомендована 2,0 – 2,5 млн шт. схожих насінин/га з міжряддям 15 – 30 см, або ж розкидний (суцільний) з нормою висіву 2,5 – 3,0 млн шт. схожих насінин/га. За посушливих умов на час сівби норму збільшують на 25 – 40 %. Використання також дозованих пакетів насіння з розрахунку на 1 сотку посіву (рис.)
Підготовка насінневого матеріалу	Насіння протруєне проти шкідників (зокрема хрестоцвітих блішок особливо за літньої сівби) рекомендованими препаратами
Можливість сумісної сидерації з іншими культурами	Можлива з використанням сидеральної суміші у склад інших хрестоцвітих та бобових компонентів (рис.)
Глибина посіву сидерату	Від 3 до 5 см залежно від механічного складу ґрунту і умов ґрунтового зволоження
Удобрення сидерату	Рекомендовані дози N _{30–60} кг/га д. р.
Оптимальна фаза заробки сидерату	Залежить від характеру сидерації: як компонент органічного удобрення від фази бутонізації до фази цвітіння; як зелена мульча – стеблуння – бутонізація. На бідних ґрунтах за мов підзимньої сівби від фази бутонізації до фази плодоношення (“зеленого стручка”)

Глибина заробки сидерату	15 – 30 см залежно від типу ґрунту і наступної культури або ж інтенсивне перемішування сидерату з ґрунтом шарі 8 – 12 см
Спосіб сидерації	Заробка у ґрунт; мульчування підв'яленою листостебловою масою з послідуною заробкою; мульчування підсушеними частинами стебел у подрібненому або ж цілісному стані з послідуною заробкою у ґрунт (рис. 144, 145)
Необхідність у попередній підготовці сидеральної маси	Потрібна. Рекомендується 1 – 2 дискування на глибину 8 – 12 см або ж підкошування. У випадку використання комбінованих сучасних агрегатів необхідність у остаточній заробці у ґрунт є мінімальною. На присадибних ділянках застосовують підкошування з підв'яленням маси з послідуючим приорюванням або ж посів сидерату під зиму з заробкою залишків на весні.
Вимоги до вологісного режиму сидерації	Бажана заробка у вологий ґрунт, або ж у період достатнього атмосферного зволоження. Приорювання у сухий ґрунт або ж у період тривалої ґрунтової посухи є небажаною і неефективною



Рисунок 3.20 – Фасоване насіння редьки олійної з рекомендацією для сидерального використання¹⁹²³.

¹⁹²³ Редька масличная как сидерат. [Электронный ресурс] – режим доступа: http://kartoska.ru/redka_maslichnaya_kak_siderat.php.



Рис.унок 3.21 – Насіннєві суміші сидератів куди входить насіння редьки олійної.



Рисунок 3.22 – Способи сидерації редькою олійною під картоплю з нарізанням гребенів з осені (ліва позиція – сидерація із частковою заробкою листостеблової маси; права позиція – розкладення висушеної листостеблової маси редьки олійної на нарізані гребені під зиму)¹⁹²⁴.

Навіть найменші дощі (3–5 мм), які в агрономії вважаються неефективними, для післяжнивних сидератів дуже корисні. Подальші, більш рясні, дощі (до 10 мм і більше) зволожують ґрунт спочатку на глибину до 15 см, а згодом – на всю глибину кореневмісного шару. Такі умови в поєднанні з теплою погодою в липні – вересні сприяють інтенсивному її росту, перешкоджають розмноженню бур'янів та

¹⁹²⁴ Редька масличная // [Електронний ресурс] – режим доступа: // <http://stud24.ru/agriculture/redka-maslichnaya/195643-570474-page1.html>.

шкідників. Особливо велику допомогу молодим рослинам–сидератам редьки олійної у разі недостатнього зволоження ґрунту надає роса, бо лише вона рятує рослини від загибелі в суху жарку погоду, а спадаючи з рослин, – поліпшує зволоження поверхні ґрунту та приґрунтового повітря.

У зоні з менш стійким зволоженням заслуговує на увагу пряме висівання редьки олійної стерньовими сівалками без передпосівної підготовки ґрунту.

Сумішки редьки олійної з іншими кормовими культурами (вівсом, горохом, пелюшкою та ін.) в якості сидерату здебільшого потрібні в господарствах із розвиненим тваринництвом, де сидерацію поєднують зі зміцненням кормової бази.

Зелену масу редьки олійної на сидерат рекомендується скошувати у період бутонізації до початку цвітіння, коли в ній міститься найбільша кількість азоту¹⁹²⁵. Необхідно враховувати також труднощі загортання біомаси редьки олійної у ґрунт. Велика наземна маса (200 ц/га і більше) у ґрунт загортається погано, якість заорювання незадовільна. При високій урожайності маси поле обробляють дисковими знаряддями в один – два сліди. Через 3 – 4 доби після підв'ялення сидерату знову проводять лушіння або ж дискування, а потім заорювання за загальноприйнятою технологією. Сидерат із невеликою біомасою заорюється безпосередньо. Рекомендується ще така технологія: сидерат коткують гладкими котками, після чого оранку ведуть у напрямку проходу котків.

¹⁹²⁵ Моисеев К. А. Редька масличная. / К. А. Моисеев, В. П. Мишуров; Л., Колос, 1976. 72 с.

3.2. Редька олійна як сидерат у складі проміжних та сумісних посівів

Редька олійна є високопродуктивною проміжною кормовою культурою, яку Д.Б. Рахметов¹⁹²⁶ відносить до одного з найбільш ефективних культур-інтродуцентів, потенціал якої і на сьогодні ще нерозкритий повною мірою.

О.В. Ходаківська¹⁹²⁷ у продовженні цього твердження наголошує, що у Реєстрі сортів рослин України, станом на 2007 рік, 25 % займають нові культури. До відомих нам інтродуцентів належить турнепс, буркун, пелюшка, ріпак, редька олійна, гірчиця, суріпиця, кормові боби, лядвенець рогатий і т.д. Редька олійна серед вказаних культур – це високопродуктивний і надійний компонент системи біологізації землеробства – ефективний як в системі основного вирощування, так і в системі проміжного використання (*рис.*). Підтвердженням високої продуктивності та пластичності редьки олійної є і результати наведені Л.І. Ушаковим в умовах Іванівської області Російської Федерації відповідно до яких встановлено, що із 30 років досліджень редька олійна при сівбі з весни до осені забезпечила збір сухої речовини більше 4 т/га в 49–76 % років, а ріпак ярий в 36–62 % років^{1928 1929}. В умовах Орловської області в післяукісних посівах найбільш продуктивною була редька олійна у співставленні з ріпаком ярим і гірчицею білою¹⁹³⁰.

По даних В.Н. Шлапунова і ін.¹⁹³¹ редька олійна надзвичайно цінний високо протеїновий компонент у варіантах післяукісної та післяжнивної сівби порівняно з традиційними кормовими культурами (*табл. 3.42*).

Д. Б. Рахметов¹⁹³² також зауважує, що у ярих післяукісних і післяжнивних посівах найбільший інтерес представляють сорти і гібриди мальви однорічної, суріпиці ярої, ріпаку ярого, гірчиці білої та сарептської, редьки олійної та амаранту (*табл. 3.42*). Як високоврожайні культури, вони в післяукісних посівах забезпечують 25 – 45 т/га, а в післяжнивних – 20 – 26 т/га врожаю надземної маси. Зелена маса проміжних культур характеризується цінним хімічним складом. В абсолютно сухій речовині міститься 17 – 25 % протеїну, 34 – 45 – БЕР, 3 – 11 % – ліпідів, 11 – 16 % – золи.

¹⁹²⁶ Рахметов Д. Б., Рахметова С. О., Стаднічук Н. О. Ресурси нових високобілкових кормових культур України. Корми і кормоиробництво 2008. Дипл. 62. С. 103-112.

¹⁹²⁷ Ходаківська О. В. Напрями біологізації землеробства у ормоиробництві. Економіка АПК. 2010. № 5. С. 13-17.

¹⁹²⁸ Ушакова Л. И. Сравнительное изучение различных поукісных культур и их смесей. В кн.: актуальные вопросы сельскохозяйственного производства Ивановской области. Л., 1984. С. 89-90.

¹⁹²⁹ Ушакова Л. И. Кормовые капустные культуры в промежуточных посевах. Внедрение достижений науки и передового опыта в агропромышленном комплексе Ивановской обл.: Тезисы докл. науч. практич. конф. 30 ноября 1989. Иваново. 1990. С. 57.

¹⁹³⁰ Белик Н. Л. Биологические основы технологии возделывания рапса ярового и редьки масличной в Центральном Черноземье: дис... на соискание ученой степени доктора с.-х. наук: 06.01.09 / Белик Николай Лукьянович. М., 2002. 518 с.

¹⁹³¹ Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н., Гуринович Ж. А. Промежуточные посевы в интенсивном земледелии. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов. Минск, 2007. С. 313-319.

¹⁹³² Рахметов Д. Б., Рахметова С. О., Стаднічук Н. О. Ресурси нових високобілкових кормових культур України. Корми і кормоиробництво 2008. Дипл. 62. С. 103-112.

Таблиця 3.42

Вміст протеїну в кормових культурах весняного і літнього строку сівби (у % на суху речовину)

Культури	Фаза розвитку	Строки сівби			
		весняний	літній		
		I – II декада квітня	15.07	29.07	12.08
Люпин	Бутонізація	19,4	20,6	26,3	–
Пелюшка + овес	Бутонізація	15,0	20,4	26,2	–
Редька олійна	Цвітіння	14,5	22,1	20,6	26,9
Озимий ріпак	Розетка	16,8	20,0	21,3	25,4

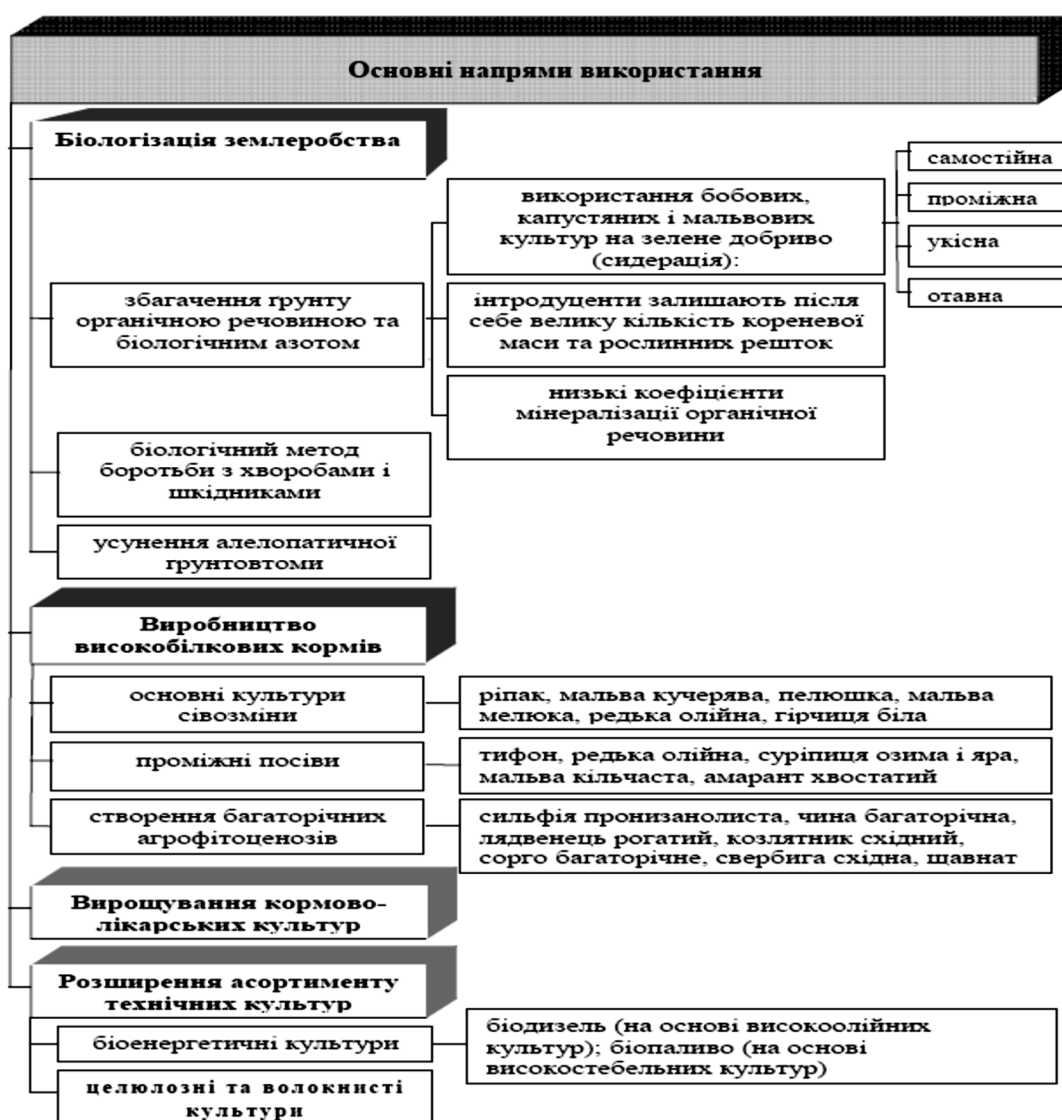


Рисунок 3.23 – Наукові основи використання культур-інтродуцентів в системі біологізації землеробства¹⁹³³.

¹⁹³³ Ходаківська О. В. Напрями біологізації землеробства у ормоиробництві. Економіка АПК. 2010. № 5. С. 13-17.

Підтверджує це і П. Ковбасюк¹⁹³⁴, який відмічає, що зелена маса хрестоцвітих за вмістом перетравного білка перевищує кукурудзу, соняшник та інші культури в 1,5–2,5 раза, прирівнюючись до бобових культур. У 1 кг зеленої маси хрестоцвітих міститься 2,5–2,7 г кальцію, 0,75–0,79 – фосфору, 0,28–0,31 г – магнію, багато сірки, мікроелементів (цинк, молібден). Сухої маси в ній – 12 – 16 %, а зеленої маси – 16–17 к. о., 3–3,5 кг перетравного протеїну. На 1 к. о. припадає 135–145 г протеїну. Коефіцієнт перетравності маси становить 72–76 % (табл. 3.43)

Таблиця 3.43
1935

Продуктивність ярих кормових культур у проміжних посівах

Культура	Урожайність надземної маси, т/га	Вихід абсолютно сухої маси, т/га	Вихід протеїну, т/га
Редька олійна (<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>oleiformis</i> Pers.)	40 – 65	5 – 7	1,1 – 1,3
Суріпиця яра (<i>Brassica campestris</i> var. <i>oleifera</i> f. <i>annua</i> L.)	30 – 40	3 – 4	0,6 – 0,7
Ріпак ярий (<i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i> f. <i>annua</i> D.C.)	40 – 45	5 – 6	1,0 – 1,1
Гірчиця біла (<i>Sinapis alba</i> L.)	35 – 42	4 – 5	0,7 – 0,8
Гірчиця сарептська (<i>Sinapis juncea</i> Czern.)	36 – 44	4 – 5	0,8 – 0,9
Мальва мелюка (<i>Malva meluca</i> Graebn.)	44 – 62	6 – 8	1,4 – 1,5
Амарант (<i>Amaranthus caudatus</i> L.)	40 – 55	5 – 7	1,2 – 1,3

Завдяки високій екологічній стійкості, вказані у табл. культури, на відміну від традиційних кормових рослин, інтенсивно нарощують біомасу до пізньої осені і дають змогу на 3–4 тижні продовжити зелений конвеєр. Вони витримують короткочасне зниження температури до мінус 5–7°C і використовуються до першої декади листопада, а в окремі роки – протягом грудня місяця.

¹⁹³⁴ Ковбасюк П. Проміжні посви – додатний резерв повноцінних кормів. Пропозиція. 2011. 3 9. С. 72-78.

¹⁹³⁵ Рахметов Д. Б., Рахметова С. О., Стаднічук Н. О. Ресурси нових високобілкових кормових культур України. Корми і кормоиробництво 2008. Дип.. 62. С. 103-112.

Як високобілкові культури, мальва однорічна, амарант, редька олійна, ріпак ярий та озимий є прекрасними компонентами для незбалансованих за перетравним протеїном злакових культур – кукурудзи, вівса, сорго, жита.

Можливість використання редьки олійної у якості проміжної культури визначається строками її сівби та температурним режимом періоду залишкової вегетації після збирання основної культури (табл.). Додатково до цього, за узагальненням П. Ковбасюка¹⁹³⁶ важливим фактором, який визначає можливість та доцільність вирощування кормових культур у проміжних посівах – показник зволоження за період вирощування – гідротермічний коефіцієнт (ГТК). Оптимальне значення ГТК для післяукісних і післяжнивних культур – 1,4–1,6 і вище, задовільне – 1,0–1,4, незадовільне – 0,6. При значенні ГТК – 0,6 вирощувати післяукісні та післяжнивні культури економічно недоцільно. За такого зволоження види проміжних посівів вирощують лише на зрошенні.

Важливим є також той факт, що для редьки олійної та гірчиці білої властива менш виражена певною мірою закономірна динаміка зниження загальної продуктивності при зміні строку сівби з ранньовесняних на пізньолітні (табл. 3.44).

Таблиця 3.44

Можливість вирощування хрестоцвітих культур у проміжних посівах залежно від строку їх сівби¹⁹³⁷

Культури	Кількість днів від посіву до переходу середньодобової температури повітря нижче + 5 °С				
	більше 80	80 – 76	75 – 71	70 – 65	65 – 60
Редька олійна	++	++++	++	++	+
Ярий ріпак	++	+	++	+	+
Озимий ріпак	++	++	++	+	+
Суріпиця озима	++	++	++	+	–
Гірчиця біла	++	++	++	++	+
Турнепс на з/м	++	+	+	+	–

"++" – на зелений корм і силос; "+" – на зелений корм; – вирощування недоцільне

¹⁹³⁶ Ковбасюк П. Проміжні посви – додатний резерв повноцінних кормів. Пропозиція. 2011. 3 9. С. 72-78.

¹⁹³⁷ Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н., Гуринович Ж. А. Промежуточные посевы в интенсивном земледелии. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов. Минск, 2007. С. 313-319.

Таблиця 3.45

Вплив строків сівби на урожайність проміжних посівів кормових культур¹⁹³⁸

Дата сівби	Одиниця виміру	Редька олійна	Ярий ріпак	Озимий ріпак	Гірчиця біла
15.07	ц/га	346	277	383	169
	%	100	100	100	100
22.07	ц/га	374	289	341	234
	<i>в % до першого строку</i>	108	104	89	138
29.07	ц/га	367	297	284	255
	<i>в % до першого строку</i>	106	107	74	151
05.08	ц/га	230	180	197	167
	<i>в % до першого строку</i>	66	65	51	99
12.08	ц/га	199	160	140	172
	<i>в % до першого строку</i>	58	58	37	102
19.08	ц/га	107	80	58	92
	<i>в % до першого строку</i>	31	29	15	54

Позитивним, вважає П. Ковбасюк¹⁹³⁹ також для забезпечення високої продуктивності посівів використання для проміжних їх варіантів складних сумішей кормових культур. Правильно дібрані травосумішки формують належну густоту, значну площу листової поверхні, рівномірне ярусне розміщення надземних органів. У змішаних травостоях, завдяки ярусному розміщенню рослин, раціональніше використовуються основні агрокліматичні ресурси – сонячна радіація, волога; внаслідок значної листової поверхні інтенсивніше відбувається фотосинтез, нагромаджується більше сухої маси та поживних речовин. У результаті – врожайність травосумішок на 25–30, а вихід перетравного протеїну на 30–50 % вищі, ніж в одновидових посівах. Установлено, що найвищу врожайність високобілкового збалансованого корму забезпечують травосумішки, до складу яких входять тонконогові (злакові), метеликові (бобові) та капустяні (хрестоцвіті) види. Введення до сумішок капустяних культур дає можливість зменшити загальну норму висіву, заощадити кошти, підвищити вихід зеленої маси і збір перетравного протеїну. Капустяні культури в травосумішах триваліший час зберігають високі поживність і

¹⁹³⁸ Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н., Гуринович Ж. А. Промежуточные посе́вы в интенсивном земледелии. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов. Минск, 2007. С. 313-319.

¹⁹³⁹ Ковбасюк П. Проміжні посви – додатний резерв повноцінних кормів. Пропозиція. 2011. 3 9. С. 72-78.

вміст протеїну порівняно із злаковими і бобовими культурами, дають можливість подовжити термін використання без істотних змін хімічного складу та поживності травостою. Встановлено, що капустияні види в складі бобових та злакових рослин підвищують урожайність наступних культур на 8–17 %. Автор узагальнює, що у зоні Полісся, Лісостепу найкращими культурами для післяукісних та післяжнивних культур є кукурудза, суданська трава, сорго кормове, пайза, могоар, соняшник, овес, ячмінь, тритикале яре, жито яре, горох польовий, боби кормові, серадела, горох зерновий, соя, вика яра та озима, люпин жовтий та білий, редька олійна, гірчиця біла, суріпиця яра та озима, ріпак озимий та ярий, перко. У зоні Степу найкращими культурами є кукурудза, сорго, суданська трава, чумиза, могоар, сорго–судинкові гібриди, соя, чина, вика озима та яра, редька олійна, ріпак ярий та озимий, суріпиця яра, гірчиця біла.

Для узагальнення, цінність редьки олійної у варіантах післяжнивної сівби та у сумісних посівах різноцільового використання та різної складності компанування відмічена у працях І.М. Абрамова¹⁹⁴⁰, З.Я. Алексахина¹⁹⁴¹, О.Т. Андрєєвої¹⁹⁴², Н. Л. Белика¹⁹⁴³, В.Г. Веретенникова^{1944 1945}, Г.Н. Винниченко^{1946 1947 1948}, Н.Я. Гетман¹⁹⁴⁹, С. А. Говоров^{1953 1954 1955}, П. Л. Гончаров¹⁹⁵⁶, М. І. Гримак¹⁹⁵⁷, О.В.

¹⁹⁴⁰ Абрамов І. М., Ромениця Д. В., Різничук С. Т., Дуковецька М. Д. Продуктивність післяжнивних посівів хрестоцвітних в залежності від строків сівби і способів обробітку ґрунту. Інтенсифікація сівозмін проміжними посівами в умовах західних районів України: Зб. наук. пр. Л., 1985. С. 47-51.

¹⁹⁴¹ Абрамова С. В. Использование фитонцидсодержащих растений при консервировании кормовых культур. Материалы VI междунар. науч. конф. (EuroMAB). Минск, 1998. С. 146-148.

¹⁹⁴² Абрамова С. В. Консервирование корма с использованием горчицы. Земледелие и растениеводство: сб. науч. тр. БелНИИЗК. Мн., 2004. С. 272-276.

¹⁹⁴³ Белик Н. Л. Биологические основы технологии возделывания рапса ярового и редьки масличной в Центральном Черноземье.: дис... на соискание ученой степени доктора с.-х. наук: 06.01.09 / Белик Николай Лукьянович. М., 2002. 518 с.

¹⁹⁴⁴ Веретенникова В. Г. Продуктивность яровых культур и их смесей в ранневесенних и пожнивных посевах на темно-серых лесных почвах Центрального Черноземья. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2007. № 5 (31). С. 18-21.

¹⁹⁴⁵ Веретенникова В. Г. Продуктивность смешанных посевов рапса ярового и редьки масличной в ранневесенних и пожнивных посевах. Кормопроизводство. 2012. № 7. С. 20-22.

¹⁹⁴⁶ Винниченко Г. Н. Агротехника возделывания рапса и других крестоцветных культур в поукісних и пожнивных посевах. Рекомендации ВНИИ кормов им. В.Р.Вильямса. М., 1982. 4 с.

¹⁹⁴⁷ Винниченко Г. Н. Продуктивность редьки масличной в пожнивных посевах. Резервы интенсификации кормопроизводства. М., 1986. С. 49-53.

¹⁹⁴⁸ Винниченко Г. Н. Разработка приемов возделывания редьки масличной в промежуточных посевах в условиях центрального района Нечерноземной зоны: Автореф... дис. канд. с.-х. наук. М., 1987. 16 с.

¹⁹⁴⁹ Гетман Н. Я. Ефективність використання агрометеорологічних ресурсів сумішками ранніх ярих культур в системі зеленого конвеєра. Корми і кормовиробництво.. К.: Аграрна наука, 2002. Вип.48. С. 35-39.

¹⁹⁵⁰ Гетман Н. Я. Комплексна оцінка змішаних агроценозів однорічних культур при конвеєрному виробництві кормів у центральному Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2003. Вип. 50. С. 21-27.

- ¹⁹⁵¹ Гетман Н. Я. Наукове обґрунтування і розробка технологічних заходів підвищення продуктивності та кормової цінності сумішок однорічних культур у системі зеленого конвеєра центрального Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2003. Спецвипуск. С. 27-29.
- ¹⁹⁵² Гетман Н. Я. Агробіологічне обґрунтування технологічних прийомів підвищення продуктивності однорічних агрофітоценозів для конвеєрного виробництва зелених кормів в правобережному Лісостепу України.: дис...доктора с.-г. наук / Гетман Надія Яківна. – Вінниця, 2007. – 318 с.
- ¹⁹⁵³ Говоров С. А. Яровые крестоцветные в пожнивных посевах. Земледелие. 2004. № 5. С. 23.
- ¹⁹⁵⁴ Говоров С. А. Крестоцветные культуры: роль в агроценозах, технология выращивания и хозяйственное использование.. Нальчик: Изд-во М. и В. Котляровых (Полиграфсервис и Т), 2005. 126 с.
- ¹⁹⁵⁵ Говоров С. А. Питательная ценность зеленой массы крестоцветных культур в чистых и смешанных посевах. Кормопроизводство. 2007. N 8. С. 14-15.
- ¹⁹⁵⁶ Гончаров П. Л. Кормовые культуры Сибири: Биолого-ботанические основы возделывания.. Новосибирск: Изд-во Но-восиб. ун-та, 1992. 264 с.
- ¹⁹⁵⁷ Гримак М. І. Кормові капустияні культури. К.: Урожай, 1998. 112 с.
- ¹⁹⁵⁸ Гуменюк О. В. Особливості формування урожайності ярих ранніх сумішок на зелений корм. Аграрна наука – селу. Науковий збірник Подільської державної аграрно-технічної академії. 1998. Вип. 6. С. 69-71.
- ¹⁹⁵⁹ Гуменюк О. В. Вплив складу сумішок на строки настання укісної стиглості і продуктивність кормового гектара. Аграрна наука – селу. Науковий збірник Подільської державної аграрно-технічної акдемії. 1999. Т. 1. С. 144-147
- ¹⁹⁶⁰ Гуменюк О. В. Економічна ефективність і біоенергетична оцінка вирощування ярих ранніх кормосумішок. Аграрна наука – селу. Науковий збірник Подільської державної аграрно-технічної академії, (економічного факультету). 1999. Випуск 7. Т. 2. С. 82-86.
- ¹⁹⁶¹ Гуменюк О. В. Продуктивність кормових культур при вирощуванні їх у суміші. Збірник наукових праць інституту землеробства. 2000. Вип. 1. С. 121-124.
- ¹⁹⁶² Гуменюк О. В. Зміна продуктивності зеленої маси кормосумішок залежно від кількості компонентів кормових культур. Збірник наукових праць Подільської державної аграрно-технічної академії. 2001. С. 155-157.
- ¹⁹⁶³ Артеменко С. Ф., Дудка М. І. Організація зеленого конвеєра. Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області. Дніпропетровськ, 2005. С. 298-301.
- ¹⁹⁶⁴ Дудка Н. И. Получение двух-трех урожаев в год на богарных землях. Информ. листок Запорож. МТЦНТИ. Запорожье, 1992. 4 с.
- ¹⁹⁶⁵ Дудка Н. И. Капустные культуры в многокомпонентных смесях при возделывании на зеленый корм в северной Степи Украины. Бюл. Ин-та кукурузы УААН. Днепропетровск, 1993. Вып. 77. С. 122.
- ¹⁹⁶⁶ Дудка Н. И. Дву- и многокомпонентные смеси ранних яровых крестоцветных, злаковых и бобовых кормовых культур. Научно-обоснованные приёмы увеличения производства кормов. Ин-т зерн. хоз-ва УААН. Днепропетровск, 1996. С. 2-4.
- ¹⁹⁶⁷ Дудка М. І., Черенкова Т. П. Однорічні сумішки – резерв виробництва кормового білка. Корми і кормо виробництво. 2003. Вип. 51. С. 79-81
- ¹⁹⁶⁸ Дудка М. І. Пізні ярі. Резерви збільшення виробництва кормового білка в системі зеленого конвеєра: Практ. поради. Ін-т зерн. госп-ва УААН. Дніпропетровськ, 2002. С. 11-15.
- ¹⁹⁶⁹ Дудка М. І. Насіннева продуктивність редьки олійної в залежності від способів сівби і норм висіву. Корми і кормовиробництво. 2004. Вип. 53. С. 143-147.

¹⁹⁷⁰ Дудка М. І. Оптимізація прийомів вирощування ярих капустианих, злакових і бобових культур: автореф. дис...кандидата с.-г. наук: 06.01.09 / Микола Іванович Дудка. Дніпропетровськ, 2005. 19 с.

¹⁹⁷¹ Демидась Г. І. Редька масличная в пожнивных посевах. Темат. сборник "Совершенствование технологий выращивания кормовых культур". К. 1986. С. 51-52.

¹⁹⁷² Демидась Г. І. Динаміка наростання вегетативної маси кормових культур в ранніх післязукісних посівах. Зб. наук. пр. Подільської ДАГА. 2001. Вип.9. С. 108-110.

¹⁹⁷³ Демидась, Г. І. Якість зеленої маси кормових культур та їх сумішок у післяжнивному вирощуванні. Науковий вісник Національного аграрного університету. 2008. Вип. 123. С. 23-27.

¹⁹⁷⁴ Исичко М. П., Исичко О. М. Продуктивность масличной редьки в чистых и смешанных посевах при выращивании на корм в условиях орошаемого юга Украины. В сб.: Новые пищевые и кормовые растения в народном хозяйстве. Киев: Наукова думка, 1981. Ч. 2. С. 73.

¹⁹⁷⁵ Исичко М. П., Гусев Н. Г., Исичко О. М. Продуктивность кормовых смесей в зависимости от норм посева редьки масличной. Орошаемое земледелие. 1984. Вып. 29. С. 62-65.

¹⁹⁷⁶ Исичко М. П. Продуктивность редьки масличной в зависимости от норм высева в ранневесенних и позднелетних посевах. Орошаемое земледелие. 1985. Вып. 30. С. 69-71.

¹⁹⁷⁷ Исичко М. П., Гусев Н. Г., Исичко О. М. Продуктивность смешанных посевов редьки масличной в зависимости от сроков посева. Орошаемое земледелие. 1985. Вып. 30. С. 72-78.

¹⁹⁷⁸ Казанцев В. П. Рапс, сурепица и редька масличная в Сибири. Новосибирск, 2001. 116 с.

¹⁹⁷⁹ Квитко Г. П. Эффективность смешанных посевов кормовых культур в Лесостепной зоне Украины / Г. П. Квитко Н. Я. Гетман, С. П. Медведь. Резервы увеличения производства растительного белка. М. 1990. № 45. С. 99-105.

¹⁹⁸⁰ Квитко Г. П., Цыцюра Т. В. Кормовая продуктивность сортов редьки масличной в зависимости от срока сева и минерального питания в условиях Лесостепи правобережной Украины. Кормопроизводство. Москва, 2013. № 4. С. 30 -32.

¹⁹⁸¹ Квитко Г. П., Цыцюра Т. В. Кормовая продуктивность сортов редьки масличной в зависимости от срока сева и минерального питания. Вестник науки Казахского агротехнического университета и. С. Сейфуллина. 2013. № 1 (76). С. 84-88.

¹⁹⁸² Квітко Г. П., Гетман Н. Я. Ефективність вирощування багатоконпонентних сумішок однорічних культур в системі зеленого конвеєра центрального Лісостепу. Корми і кормовиробництво. 2001. Вип. 47. С. 155-156.

¹⁹⁸³ Квітко Г. П. Проміжні посіви кормових культур – необхідна умова інтенсифікації землеробства. Наукові основи інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні / за ред. В. Ф. Петриченка, М. К. Царенка. Вінниця, 2008. С. 70-84.

¹⁹⁸⁴ Квітко Г. П. Перспективи вирощування та кормова цінність редьки олійної в правобережному Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. Вип. 67. 2010. С. 29-39.

¹⁹⁸⁵ Квітко Г. Сумішки однорічних у кормовиробництві / Г. Квітко, Н. Гетман, Г. Демидась, О. Ярмоленко. Farmer. 2011. № 3. С. 52-53.

¹⁹⁸⁶ Квітко Г. П., Цицюра Т.В. Оптимізація технології вирощування та режиму мінерального живлення редьки олійної з використанням чинника репродуктивного зусилля в умовах Лісостепу правобережного України. Вісник Львівського Національного аграрного університету. Серія "Агрономія". 2013. № 17 (1) .С. 15-22.

- ¹⁹⁸⁷ Кирилеско А. Л. Эффективность выращивания кормовых культур в промежуточных посевах в условиях Лесостепи Черновицкой области: Автореф. дис... канд.с.-х.наук. Кишинев, 1979. 17 с.
- ¹⁹⁸⁸ Кирилеско А. Л. Крестоцветные в промежуточных посевах. Кормопроизводство. 1980. № 8. С. 21-22.
- ¹⁹⁸⁹ Кирилеско А. Л. Новые перспективные культуры в промежуточных посевах в условиях Черновицкой области. В сб.: Новые пищевые и кормовые растения в народном хозяйстве (Тезисы докладов научной конференции). Киев: Наукова думка, 1981. Ч. 2. С. 24-25.
- ¹⁹⁹⁰ Кирилеско А. Л. Продуктивность и качество силоса крестоцветных кормовых культур. Корма и кормопроизводство. 1987. Вып. 23. С. 32-34.
- ¹⁹⁹¹ Лапковский А. А., Межуев А. Г. Эффективность промежуточных посевов в северо-восточной части БССР. В сб.: Пути увеличения производства кормов и эффективного использования пашни за счет культур промежуточного сева в условиях Белоруссии (Тезисы докладов республиканского научно-профилактического сеаднара). Жодино, 1975. С. 11-12.
- ¹⁹⁹² Лапковский А. А. Продуктивность редьки масличной в пожнивных посевах северо-восточной части БССР. Сб. науч. тр. Белорус. НИИ земледелия. 1982. Вып. 26. С. 143-147
- ¹⁹⁹³ Лапковский А. А., Межуев А. Г. Эффективность промежуточных культур в условиях северо-восточной части БССР. В сб.: Пути увеличения производства кормов за счет культур промежуточного посева (Материалы научно-практического съезднара). Жодино, 1982. С. 25.
- ¹⁹⁹⁴ Лошаков В. Г., Майорова И. П. Промежуточные культуры в плодосменном севообороте. Доклады ТСХА. 1979. Вып. 249. С. 57-61.
- ¹⁹⁹⁵ Лошаков В. Г. Промежуточные культуры в севообороте Нечерноземной зоны. М.: Россельхозиздат, 1980. С. 133.
- ¹⁹⁹⁶ Лошаков В. Г. Значение промежуточных культур в зональных системах земледелия. М.: ТСХА, 1986. 15 с.
- ¹⁹⁹⁷ Рахметов Д. Б. Трави, які проростають у майбутнє. Земля 2000. від 23.03.2013. С. 7.
- ¹⁹⁹⁸ Петриченко В. Ф., Гетман Н. Я. Ефективність використання агрометеорологічних ресурсів різночаснодосягаючими сумішками ранніх ярих культур при конвейерному виробництві зелених кормів у Лісостепу. Корма і кормоиробництво. 2006. Вип. 56. С. 3-7.
- ¹⁹⁹⁹ Петриченко В. Ф. Научные основы развития адаптивного лугового кормопроизводства в Украине. Адаптивное кормопроизводство. 2010. № 3. С. 19-22.
- ²⁰⁰⁰ Петриченко, В. Ф. Вивчення конкурентних взаємозв'язків і продуктивності кормових агрофітоценозів / В. Ф. Петриченко, І. Я. Пелех. Вісник аграрної науки. 2010. № 1. С. 33-6.
- ²⁰⁰¹ Пилюк Я. Э. Основные приемы возделывания редьки масличной на корм: дис... кандидата с.-г. наук / Пилюк Ядига Эдвардовна. Жодино, 1984. 204 с.
- ²⁰⁰² Шлапунов В. Н., Чухлей Л. И. Горчица белая и редька масличная в пожнивных посевах. В сб.: Пути увеличения производства кормов и Эффективность использования пашни за счет культур промежуточного сева в условиях Белоруссии (Тезисы докладов республиканского научно-практического семинара). Жодино, 1975. С. 48-50.
- ²⁰⁰³ Шлапунов В. Н., Чухлей Л. И. Влияние условий выращивания на урожайность редьки масличной в пожнивных посевах. Сб. науч. тр. Белорус. НИИ земледелия. 1978. Вып. 22. С. 52-59.
- ²⁰⁰⁴ Шлапунов В. Н., Гольдман Р. А., Чухлей Л. И. Влияние приемов агротехники на качество урожая кормовых культур в промежуточных посевах. В сб.: Пути повышения урожайности полевых культур. Минск: Ураджай, 1978. Вып. 9. С. 49-50.

- ²⁰⁰⁵ Шлапунов В. Н., Гольдман Р. А. Зеленый конвейер. Мн.: Ураджай, 1978. 64 с
- ²⁰⁰⁶ Шлапунов В. Н. Реакция редьки масличной на сроки высевы. В сб.: Пути повышения урожайности полевых культур. 1981. Вып. 12. С. 104-112.
- ²⁰⁰⁷ Шлапунов В. Н., Чухлей Л. И. Качество урожая кормовых культур в промежуточных посевах. Вестник с.-х. наук. 1981. № 10. С. 41-49.
- ²⁰⁰⁸ Шлапунов В. Н. Реакция смешанных посевов редьки масличной с кукурузой. Кормопроизводство. 1984. № 12. С. 30.
- ²⁰⁰⁹ Шлапунов В. Н., Седляр Ф. Ф. Как повысить урожайность редьки масличной. Кормопроизводство. 1984. № 12. С. 30.
- ²⁰¹⁰ Шлапунов В. Н. Зависимость урожайности редьки масличной от густоты стояния растений. Вестник АН БССР. Сер. с.-х. науки. 1986. № 4. С. 59-62.
- ²⁰¹¹ Шлапунов В. Н., Капылович В. Л. Сравнительная продуктивность и вынос элементов питания крестоцветными культурами в пожниных посевах. Земляробства и ахова раслын: Навукова-вытворчы сельскаго хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Минск, 2005. № 5. С. 6-7.
- ²⁰¹² Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н., Юровский Р. Ф. Особенности обработки почвы под пожнивны культуры. Белорусское ельское хозяйство: ежемесячный научно-практический журнал. Минск, 2006. 37. С. 19-22.
- ²⁰¹³ Шлапунов В. Н., Радовня В. А. Крестоцветные культуры – дополнительный источник белка в условиях Полесской зоны Беларуси. Проблемы дефицита растительного белка и пути его преодоления: Матерыалы Международной научно-практической конференции. – Институт земледелия и селекции НАН Беларуси. Минск, 2006. С. 168-173.
- ²⁰¹⁴ Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н., Капылович В. Л. Промежуточные посевы как резерв повышения продуктивности пашни. Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Вип. 3. 2007. С. 47-53.
- ²⁰¹⁵ Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н., Гуринович Ж. А. Промежуточные посевы в интенсивном земледелии. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов. Минск, 2007. С. 313-319.
- ²⁰¹⁶ Артеменко С. Ф., Дудка М. І. Організація зеленого конвеєра. Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області. Дніпропетровськ, 2005. С. 298-301.
- ²⁰¹⁷ Артемов И. В., Черных Р. Н. Важный путь решения проблемы белка. Кормопроизводство. 1987. № 4. С. 4-6.
- ²⁰¹⁸ Бабич А. А., Квитко Г. П., Гетман Н. Я. Влияние соотношения компонентов на выход питательных веществ и качество корма смесей ранних яровых культур. Корма и кормопроизводство. К.: Урожай, 1987. Вып. 24. С. 3-8.
- ²⁰¹⁹ Белова Т. П., Боровская Г. З., Гаврилов И. С. Фотосинтетическая деятельность и урожай некоторых кормовых культур в промежуточных посевах. Зап. ЛСХН, 1973. Вып. 184. Т. 2. С. 9-3.
- ²⁰²⁰ Барнаков Н. В., Емельянова Л. К. Редька масличная в Бурятии. В сб.: Приемы и методы повышения урожайности картофеля и овощных культур в Восточной Сибири. Иркутск, 1972. С. 82-93.
- ²⁰²¹ Беляк В. Б. Агробиологические и технологические основы возделывания нетрадиционных, малораспространённых культур в системе кормопроизводства Среднего Поволжья. Москва, 1996. 82 с.
- ²⁰²² Бечюс П. П. Значение промежуточных посевов в интенсификации полевого кормопроизводства Литовской ССР. Промежуточные посевы – резерв увеличения производства и повышения качества кормов. – М.: ВИК, 1989. Вып. 41. С. 86-94.
- ²⁰²³ Битва за второй урожай. Редька масличная. Обзорная информация – 2012. – Электронный ресурс – режим доступа: <http://fermer.org.ua/stati/rastenievodstvo/agronomija/bitva-za-vtoroi-urozhai-11425.html>.

²⁰²⁴ Шлапунов В. Н. Возделывание крестоцветных культур в Белоруссии. Мн.: Ураджай, 1982. 80 с.

²⁰²⁵ Буланенкова Э. П. Влияние норм высева бобово-злаковых компонентов и редьки масличной в смеси однолетних трав на урожайность и качество корма. Интенсификация кормопроизводства в Нечерн. Зоны РСФСР. Саранск, 1986. С. 125-128.

²⁰²⁶ Варламова К. А., Коробко Т. Н., Бортников К. Н. Промежуточные посевы редьки масличной и кормовой капусты в условиях орошаемого юга Украины. В сб.: Новые пищевые и кормовые растения в народном хозяйстве. Киев: Наукова думка, 1981. Ч. 2. С. 72-73.

²⁰²⁷ Варламова К. А., Приходько Е. А. Зеленый конвейер с привлечением альтернативных культур на юге Украины. Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование. Материалы IX Международного симпозиума по новым кормовым растениям. Сыктывкар, 1999. С. 30-32.

²⁰²⁸ Васин А. В. Поливидовые посевы кормовых культур в среднем Поволжье. Самара, 2006. 260 с.

²⁰²⁹ Васин В. Г., Петрушкина А. С., Васин А. В. Производство кормов для молочных комплексов в Среднем Поволжье. Самара, 2008. 145 с.

²⁰³⁰ Видрін Ю. В., Архипенко Ф. М. Капустяні кормові культури у післязливних посівах. Вісник с.-г. науки. 1982. № 11. С. 36-38.

²⁰³¹ Видрін Ю. В. Редька олійна в післязливних посівах: обробіток ґрунту, удобрення, зрошення. Вісник с.-г. науки. 1986. № 12. С. 35-39.

²⁰³² Власенко Н. Г. Полевые капустовые культуры в Западной Сибири. Новосибирск: РАСХН. СО СибНИИЗХим, 2004. 152 с.

²⁰³³ Возделывание редьки масличной и ярового рапса на корм и семена. Рекомендации Белорусского НИИ земледелия. Минск: Ураджай, 1982. 24 с.

²⁰³⁴ Ворина Л. П. Редька масличная – компонент зеленого конвейера. Сборник научн. работ Адыг. обл. с.-х. опытная станция, 1974. вып. 3. С. 28-36.

²⁰³⁵ Выдрин О. В., Архипенко Ф. М. Редька масличная в пожнивных посевах: обработка почвы, удобрение, орошение. Вестник с.-х. наук. № 12. 1985. С. 35-39.

²⁰³⁶ Гейдебрехт И. П., Вернер В. Д. Влияние сроков поукісного посева на урожайность редьки масличной. Науч.-техн. бюл. ВАСХНИЛ. Сиб. отдние, 1981. Выш 61. С. 3-7.

²⁰³⁷ Говоров С. А. Яровые крестоцветные в пожнивных посевах. Земледелие. 2004. № 5. С. 23.

²⁰³⁸ Говоров С. А. Крестоцветные культуры: роль в агроценозах, технология выращивания и хозяйственное использование. Нальчик: Изд-во М. и В. Котляровых (Полиграфсервис и Т), 2005. 126 с.

²⁰³⁹ Говоров С. А. Питательная ценность зеленой массы крестоцветных культур в чистых и смешанных посевах. Кормопроизводство. 2007. N 8. С. 14-15.

²⁰⁴⁰ Гончаров П. Л. Кормовые культуры Сибири: Биолого-ботанические основы возделывания. Новосибирск: Изд-во Но-восиб. ун-та, 1992. 264 с.

²⁰⁴¹ Григорьев Н. Г., Волков Н. П., Воробьев Е. С., Гарист А. В., Фицев А. И., Воронкова Ф. В. Биологическая полноценность кормов. М.: Агропромиздат, 1989. 287 с.

²⁰⁴² Демченко И. П. Значение промежуточных посевов для земледелия. Земледелие. 1982. № 2. С. 15-16.

²⁰⁴³ Демьянчук Г. Т., Мельничук Т. В., Брайнушяк А. В. Крестоцветные культуры в пожнивных посевах. Кормопроизводство. 1987. №4. С. 23-24.

²⁰⁴⁴ Диваченко В. С. Повторные посевы кормовых культур. М.: Моск. Рабочий. 1975. 71 с.

²⁰⁴⁵ Дмитриев, В. И. Создание и использование агрофитоценозов многолетних и однолетних кормовых культур. РАСХН, Сиб. отд-ние, ГНУ СибНИИСХ, 2008. 215 с.

- ²⁰⁴⁶ Дридигер В. К. Специализированные севообороты зелёного конвейера и технологии возделывания кормовых культур: монография. Ставрополь: АГРУС, 2010. 232 с.
- ²⁰⁴⁷ Егоров И. Ф. Агротехника промежуточных культур на легких почвах Брянской области. Доклады ТСХА. 1979. Вып. 249. С. 62 -65.
- ²⁰⁴⁸ Епифанов В. С. Редька масличная в смешанных посевах. Кормопроизводство. 2000. № 1. С. 17-19.
- ²⁰⁴⁹ Завгородняя Е. Т., Лебедев А. Ф. Сроки и способы посева редьки масличной в условиях Курганской области. В кн.: Научные основы интенсификации земледелия и пути повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур в Восточной Сибири. Иркутск, 1979. С. 79-83.
- ²⁰⁵⁰ Зеленин И. Н. Эффективность смесей бобово-капустных культур в звене сидеральный пар – озимая пшеница. Земледелие. 2011. № 8. С. 38-40.
- ²⁰⁵¹ Золотарь А. К., Безлюдная Г. М. Состояние и перспективы возделывания крестоцветных культур в Беларуси. Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. 1998. № 4. С. 69-72. Минск, 1996. С. 29-30.
- ²⁰⁵² Зональные системы земледелия Ростовской области (на период 2013-2020 гг.). Часть 3 . Ответственный за выпуск директор ГНУ Донской НИИСХ Россельхозакадемии, кандидат с.-х. наук, доцент Зинченко В.Е. Ростов-на-Дону, 2012. 344 с.
- ²⁰⁵³ Зубенко В. Х. Повторные посеы. М.: Россельхозиздат, 1974. С. 2-47.
- ²⁰⁵⁴ Игловиков В. Г. Настоящее и будущее кормопроизводства России. Кормопроизводство. 1993. № 1. С.2-5.
- ²⁰⁵⁵ Калинина З. Г. Сроки сева редьки масличной и горчицы белой на корм. Сиб. вести, с.-х. науки. 1973. № 3. С. 38-43.
- ²⁰⁵⁶ Киреев В. М. Промежточные посеы кормовых культур. М.: Колос, 1981. 86 с.
- ²⁰⁵⁷ Клеев М., Усалко И., Трость О. Влияние сроков сева на урожай зеленой массы редьки масличной. В кн.: Пути повышения урожайности с.-х. культур. Калмыцкий государственный университет. Элиста, 1976. С. 5-9.
- ²⁰⁵⁸ Книжников А. М., Трохимчук И. А. и др. Увеличение производства кормов за счет промежуточных посевов в Брестской области. Всб. Пути увеличения производства кормов и эффективного использования пашни за счет культур промежуточного сева в условиях Белоруссии (Тезисы доклада республиканского научно-практического семинара). Жодино, 1975. С. 21-23.
- ²⁰⁵⁹ Козырева М. Д. Эффективность возделывания кормовых культур семейства капустных. Интенсификация системы земледелия Калинин, обл. М., 1986. С. 25-28
- ²⁰⁶⁰ Кононов В. М. Научно обоснованные перспективы развития кормопроизводства в аридных районах сухого земледелия. Агроэкологические проблемы Российского Прикаспия. Волгоград: ВНИАЛМИ, 1994. С. 130-136.
- ²⁰⁶¹ Кот Е. Г. Использование смеси зеленой массы крестоцветных и бобово-злаковых культур для приготовления силосованных кормов. Дис. на соиск уч. ст. канд. с.-х. наук. Жодино, 2008. 176 с.
- ²⁰⁶² Кочетков В. С. Технологии возделывания промежуточных посевов. К.: Вища школа, 1986. 167 с.
- ²⁰⁶³ Криворученко Э. П. Использование редьки масличной. Кормопроизводство. 1995. № 3. С. 19-21.
- ²⁰⁶⁴ Кружков Н. К., Заслонкин В. П. Промежточные посеы – дополнительный источник кормов. Кормопроизводство. 2001. №7. С. 22-24.
- ²⁰⁶⁵ Кузнецов К. А. Продуктивность зернобобовых культур в поливидовых посевах на зелёный корм и сенаж в условиях Лесостепи Среднего Поволжья: дис... кандидата с.-х. наук / Кузнецов Константин Александрович. Кинель, 2014. 184 с.
- ²⁰⁶⁶ Кузьменко О. С. Проміжні та сумісні посіви на Україні. К.: Вища школа, 1985. 175 с.

²⁰⁶⁷ Кулаковская Т. Н. Основные направления повышения продуктивности земельных угодий Нечерноземной зоны. Докл. ВАСХНИЛ. 1981. Вып. 8. С. 3-6.

²⁰⁶⁸ Кумечко О. М. Змішані посіви пальчастого проса (*Eleusine coracana*) з редькою олійною у Житомирському Поліссі [Електронні ресурс]. Вісник Житомирського НАЕУ. 2011. – режим доступ: http://www.znau.edu.ua/visnik/2011_1_1/409.pdf.

²⁰⁶⁹ Куминова А. В. Растительный покров Алтая. Новосибирск: Наука, Сиб.отд., 1960. 450 с.

²⁰⁷⁰ Курлович Б. С. Эффективность поукісных посевов в зависимости от сроков уборки зернофуражных культур. Кормопроизводство и кормление с.-х. животных (сборник научных трудов СЗНШСХ). Л., 1978. С. 19-30.

²⁰⁷¹ Курнышева Э. А. Перспективы использования горчицы белой и редьки масличной в поукісных и пожнивных посевах. В кн.: Вопросы интенсификации сельскохозяйственного производства. М., 1973. С. 109 -115.

²⁰⁷² Куценко А. А. Элементы технологии возделывания озимой ржи на зеленый корм под покровом редьки масличной в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья: автореф. дис...кандидта с.-х. наук 06.01.09 – растениеводство / Анатолий Анатольевич Куценко. Ставрополь, 2001. 20 с.

²⁰⁷³ Куценко А. А. Совместный посев озимой ржи и редьки масличной на зеленый корм. Кормопроизводство. 2002. № 5. С. 28-30.

²⁰⁷⁴ Лашин Н. П., Гавриш В. С. Редьку масличную в зеленый конвейер. Сельские зори. 1990. № 1. С. 59.

²⁰⁷⁵ Леуто М. И. Сейте редьку масличную. Хозяин. 2001. Т. 7. С. 20.

²⁰⁷⁶ Лихочвор В. В. Добривна альтернатива. Зерно. № 3. 2008. С. 5-10.

²⁰⁷⁷ Ливенский А. И., Дудка Н. И. Многокомпонентные смеси с масличной редькой на зеленый корм. Информ. листок Запорож. МТЦНТИ. Запорожье, 1989. 4 с.

²⁰⁷⁸ Лівенський А. І., Дудка М. І. Ефективність багатоконпонентних сумішей з капустяними у північному Лісостепу. Корми і кормовий білок: Матеріали першої Всеукр. міжнар. конф. Вінниця. 1994. С. 213- 214.

²⁰⁷⁹ Лівенський А. І., Дудка М. І. Ефективність застосування мінеральних добрив при вирощуванні багатоконпонентних сумішок ранніх ярих культур та при їх поєднанні з післяукісним посівом кукурудзи з суданською травою. Матеріали респ. координац.-метод. ради з проблем кормових ресурсів і кормовиробництва по темі "Зернофуражні, зернобобові і кормові культури". Вінниця, 1997. С. 96-97.

²⁰⁸⁰ Лобанова Т. А. и др. Капустовые культуры на зеленый корм. / Т. А. Лобанова, Н. Г. Власенко, А. С. Тарасов. Земледелие. 2007. № 2. С. 26-27.

²⁰⁸¹ Лопаткина Е. Д., Эсенкулова О. В., Петрова Т. В. Урожайность и питательная ценность промежуточных культур. Материалы Всероссийской научно-практической конференции "Инновационному развитию АПК и аграрному образованию – научное обеспечение". Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. С. 104 -108.

²⁰⁸² Лошаков В. Г., Черенков Н. Д. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. Доклады ТСХА. 1974. Вып. 199. С. 31-37.

²⁰⁸³ Лукашевич Н. П. Использование высокобелковых смесей в кормопроизводстве. Кормопроизводство. 1998. № 12. С. 22-25.

²⁰⁸⁴ Мамедов Т. Г. Промежуточные посевы кормовых культур в Азербайджане. Промежуточные посевы – резерв увеличения производства и повышения качества кормов. М. : ВИК, 1989. Вып. 41. С. 152-157.

²⁰⁸⁵ Маткевич В. Т. Редька масличная и перко в смешанных посевах. Земледелие. 1984. № 6. С. 22-23.

- ²⁰⁸⁶ Медведев В. П. Эффективность промежуточных культур на фонах различных приемов обработки почв в Восточной части БССР. Сборник научных трудов БСХА. Горки, 1975. Т. 137. С. 37-46.
- ²⁰⁸⁷ Медведовський О. К., Квітко Г. П. Організація конвеєра для виробництва зелених кормів, виготовлення трав'яного борошна, сінажу і силосу. Організація конвеєра для виробництва зелених кормів: За ред. І. П. Проскури. .: Урожай, 1982. С. 188-209
- ²⁰⁸⁸ Мельник В. И. Агротехнические аспекты использования земельных ресурсов для возделывания крестоцветных культур в пожнивных посевах. Природ. ресурсы, 1996. № 1. С. 36-40.
- ²⁰⁸⁹ Мельничук А. О. Післяжнинні сидеральні культури – надійне джерело органічної речовини для покращення родючості ґрунту [Електронні ресурс]. – режим доступу: <http://agrodovidka.info/post/5595>.
- ²⁰⁹⁰ Мельничук Т. Проміжні посіви капустияних. Пропозиція. 1996. № 5. С. 26.
- ²⁰⁹¹ Миль В. В. Продуктивность поукісных посевов редьки масличной при орошении в зависимости от способа подготовки почвы. Земледелие. 1990. Вып. 65. С. 36- 40.
- ²⁰⁹² Минин В. Б., Хухта Х., Царенко В. П., Киселёв М. В., и др. Рекомендации по экологически безопасному ведению сельского хозяйства в условиях Ленинградской области и Республики Карелия: часть третья «Растениеводство». Программа сотрудничества приграничных районов Финляндии и Российской Федерации. пб, 2011. С. 102.
- ²⁰⁹³ Сарнацкий П. А. Резервы полевого кормопроизводства в Лесостепи и на Полесье УССР. Вестник с.-х.науки, 1981. № 1. С. 32-34.
- ²⁰⁹⁴ Сумачакова А. Н. Поливидовые посева на зеленый корм в Низкогорье Алтая. Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст. 4-й Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 2009. Кн. 2. С. 178-180.
- ²⁰⁹⁵ Тарасов И. П. Возделывание кормовых культур в повторных посевах. Кормопроизводство. Л.: Лениздат, 1974. С. 7-15.
- ²⁰⁹⁶ Технологический регламент на возделывание и заготовку растительных кормов из однолетних и многолетних культур с выюким содержанием обменной энергии и питательных веществ в Красноярском крае. / С.В. Брылев, А.И. Шпагин, С.В. Ситейкин [и др.]; Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2014. 58 с.
- ²⁰⁹⁷ Тимофеев Н. П. Некоторые практические итоги внедрения нетрадиционного кормопроизводства. Материалы VIII Всероссийского симпозиума по новым кормовым растениям. Сыктывкар, 1993. С. 152-153.
- ²⁰⁹⁸ Тихвинский С. Ф., Тючкалов Л. В. Перспективные кормовые культуры. Киров, Волго-Вятское кн. изд-во, Кировское отд., 1989. 112 с.
- ²⁰⁹⁹ Трохимчук И. А., Адамчук М. В., Андрусевич В. Т. Подбор культур для промежуточных посевов. Земледелие. 1980. № 10. С. 36-37
- ²¹⁰⁰ Троц В. Б., Абдулалиев Р. Р., Химатов М. М., Сафаров З. Ф. Редька масличная – растение разностороннего использования. Современный фермер. 2013. № 11-12. С. 30-33.
- ²¹⁰¹ Трушин В. Ф., Мингалев С. К., Чесноков Н. А. Промежуточные культуры в Свердловской области. Земледелие, 1967. № 6. С. 44-46.
- ²¹⁰² Тупицын В. А., Жолтиков В. И., Смагин В. П. Нормы высева многокомпонентных смесей. Кормовые культуры. 1990. № 3. С. 14–16.
- ²¹⁰³ Утеуш Ю. А. Кормові ресурси флори України. Київ: Наукова думка, 1996. 224 с.
- ²¹⁰⁴ Ушкаренко В. О., Петрова К. В., Сілецький В. П. Продуктивність капустияних культур в умовах зрошення південного степу України. Таврійський науковий вісник. 2000. Вип.16. С. 3-6.
- ²¹⁰⁵ Федорищев В. И., Социлов Н. А. Крестоцветные культуры в поукісных посевах. Кормопроизводство. 1987. № 6. С. 40-43.

- ²¹⁰⁶ Харечкин В. И. Формирование урожая биомассы сложными агрофитоценозами при орошении. Сб. науч. тр.: Пути повышения производства кормов в Ставропольском крае. Ставрополь, ССХИ. 1986. С. 24.
- ²¹⁰⁷ Худенко М. Н., Прохоров А. А., Кузнецов И. П. Смешанные посевы кормовых культур в условиях орошения, Саратов: Изд-во Сарат. Унта. 1993. 122 с.
- ²¹⁰⁸ Целовальников А. А. Экологическая роль промежуточных сидеральных культур Аграрная наука. 2006. № 9. С. 17-19.
- ²¹⁰⁹ Цицюра Т. В. Продуктивність сортів редьки олійної за різних строків сівби у Лісостепу правобережному. Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Високоєфективні технології – шлях до стабілізації аграрного виробництва», 28-30 листопада 2011 р. К.: Чабани. 2011. С. 16-18
- ²¹¹⁰ Цицюра Т. В. Формирование ассимиляционной поверхности у сортов редьки масличной при разных сроках сева на разных фонах удобрения в условиях Лесостепи правобережной Украины. Молодежь и инновации – 2013: Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых (в 4-х ч.) Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. Ч. 1. С. 46-50.
- ²¹¹¹ Цицюра Я. Г., Цицюра Т. В. Кормова продуктивність різнострокових посівів редьки олійної залежно від мінерального живлення. Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції “Наука на службі сільського господарства”. Миколаїв: Миколаївська ДСДСІЗЗ, 2013. С. 90- 91.
- ²¹¹² Цицюра Я. Г. Редька олійна як сировина для виробництва біопалива сівби. Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. 2014. Вип. 21 С. 244-249.
- ²¹¹³ Цицюра Я. Г. Редька масличная как важный компонент биологизации земледельческих технологий / Я. Г. Цицюра, Т. В. Цицюра, Ю. Н. Плескачев. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Волгоградского государственного аграрного университета и кафедры “Земледелие и агрохимия” Волгоград, 2014. С. 60 -67.
- ²¹¹⁴ Цыбулько В. С. Продуктивность пожнивных посевов крестоцветных культур в условиях Белгородской области. Новые пищевые и кормовые растения народному хозяйству. Киев, 1981. Ч. 2. С. 117-118.
- ²¹¹⁵ Черенков А. В., Лівенський А. І., Дудка М. І. Багатокомпонентні сумішки ранніх ярих кормових і капустияних культур у північному Степу. Корми і кормовиробництво. К.: Аграрна наука, 1995. Вип.40. С. 23-30.
- ²¹¹⁶ Черенков А. В., Дудка М. І. Заходи щодо збільшення виробництва кормів і підвищення їхньої якості. Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області. Дніпропетровськ, 2005. С.295-298.
- ²¹¹⁷ Черников А. В. Багатокомпонентні сумішки ранніх ярих кормових і капустияних культур у північному Степу України. Корми і кормовиробництво. 1995. Вип. 40. С. 23-30
- ²¹¹⁸ Чернобрывенко С. И. Биологическая роль растительных выделений и межвидовые взаимоотношения в смешанных посевах. М.: Советская наука, 1956. 192 с.
- ²¹¹⁹ Чубко О. Кормові капустияні культури. Агросектор. 2007. № 3 (17). С. 7-8.
- ²¹²⁰ Чухлей Л. И. Продуктивность смешанных посевов редьки масличной с овсом. Пути повышения урожайности полевых культур. Мн.: Ураджай, 1988. Вип. 19. С. 63-68.
- ²¹²¹ Шапкина Г. С. Выращивание крестоцветных промежуточных культур – резерв увеличения производства кормового растительного белка. М.: ВНИИЕЭИагропром, 1990. 58 с.
- ²¹²² Шапсович С. Н. Формирование высокопродуктивных агроценозов однолетних кормовых культур на орошаемой пашне сухостойной зоны Бурятии: автореф. дис...кандидта с.-х. наук. Новосибирск, 1998. 18 с.
- ²¹²³ Шевченко В. П. Кормовые культуры на осушенных землях. М.: Колос, 1977. 176 с.

2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134]. Результати таких багаточисельних досліджень у різних ґрунтово–кліматичних умовах та географічних зонах дозволив сформулювати узагальнені позитивні риси редьки олійної як компонента для проміжних та сумісних посівів, а саме:

- інтенсивна динаміка ростових процесів та високі темпи росту з досягненням укісної стиглості за 35 – 50 добу;
- високий адаптивний потенціал культури та її морфобіологічна пристосованість до широкого спектру ґрунтово–кліматичних умов;
- висока продуктивність листостеблової маси у варіантах проміжної сівби – щонайменше 10 – 15 т/га, що дозволяє підвищити продуктивність 1 га кормової площі в 1,4 – 2,2 рази до 10 т/га і більше кормових одиниць;
- інтенсивний позитивний вплив на комплекс показників умов ґрунтової родючості, активна позитивна післядія на основні парозаймаючі культури;
- висока біологічна активність в системі біологічно орієнтованого землеробства та рекультивації ґрунтів;
- помірні рівні конкуренції з культурами однієї біологічно–господарської ніші та активний ріст в системі сумісних посівів з домінуючими культурами особливо за участі у 3 – 5-ти компонентних сумішках (полівидових посівів);
- активна герборегулююча роль по відношенню до бур'янистої рослинності, висока фітосанітарна, ґрунтовостабілізуюча та протиерозійна роль;
- високі показники поживності у період бутонізації – цвітіння, що підкреслює її роль як білковорегулюючого компонента кормових сумішок;
- стійкість до фітопатогенів та шкідливої ентомофауни;
- відносно низька витратність стосовно технологічного забезпечення вирощування.

²¹²⁴ Шишкин А. И., Саюнов А. В. Смешанные посе́вы – источник высококачественных кормов. Кормопроизводство. 1987. № 4. С. 23-25.

²¹²⁵ Шостак Ч. А. Повторные посе́вы – больше кормов. Земледелие. 1973. № 7. С. 24-26.

²¹²⁶ Шофман Л. И. Однолетние кормовые культуры в составе смесей. НТИ и рынок. 1997. № 1. С. 16-20.

²¹²⁷ Щербаков В. Ефективність вирощування в сумісних посівах в Степу України. Пропозиція. 2000. № 5. С. 42-43.

²¹²⁸ Эрнст Л. К., Шичалин А. В. Интенсификация и повышение эффективности производства молока и мяса. Интенсификация производства молока и мяса. М.: Агропромиздат, 1988. С. 3-18.

²¹²⁹ Юровский Р. Ф. Основные элементы технологии возделывания крестоцветных культур в пожнивных посевах. НТИ и рынок. 1996. 3 8. С. 14-15.

²¹³⁰ Юровский Р. Ф., Стефаненко Г. Г. Урожайность зелёной массы пожнивных редьки масличной и ярового рапса в зависимости от сроков сева. Научные основы продуктивности полевых культур: сб. научных трудов. Минск, 2001. С. 86-88.

²¹³¹ Яшутин Н. В. и др. Адаптивность однолетних кормовых культур и их смесей к условиям низкогорий Алтая. Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2008. 144 с.

²¹³² Al-Barzinjy M., Stølen O., Christiansen J.L. Comparison of growth, pod distribution and canopy structure of old and new cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci. 2003. № 53. P. 138-146.

²¹³³ Dancik J. Porovnanie produktivnosti styroch dryhov letnych a strniskovych medsiplodin. Rostl. Vyroba, 1985. Vol. 31, N 2. P. 115-124.

²¹³⁴ Trenblanth B. R. Biomass productivity of mixtures. Adv. Agron. 1974. 26. P. 177-210.

У підсумку, всі згадані вище позитивні риси дозволили редьці олійній зайняти чільне місце у рекомендованих сумішках для основних ґрунтово-кліматичних зон України (табл.) типових схемах зеленого конвеєра для Лісостепової зони (табл.), а також бути рекомендованою в усі окреслені аграрною наукою строки для проміжних посівів (рис. ,) і навіть у варіантах підзимньої сівби²¹³⁵.

Таблиця 3.46

Високопоживні травосумішки післяжнивних посівів для зон України
(норми висіву, млн./га)²¹³⁶

Зона	Варіанти сумішей з редькою олійною для післяжнивної сівби
Полісся	<ul style="list-style-type: none"> • кукурудза (0,3 – 0,4) + соняшник (0,1 – 0,2) + люпин жовтий (0,4 – 0,5) + редька олійна (1,6 – 1,9) • кукурудза (0,3 – 0,4) + соняшник (0,1 – 0,2) + горох польовий (0,4 – 0,5) + вика озима (0,6 – 0,8) + редька олійна (1,6 – 1,8) • ячмінь (2,4 – 2,6) + кукурудза (0,1 – 0,2) + горох польовий (0,3 – 0,4) + вика озима (0,6 – 0,8) + гірчиця біла (1,0 – 1,1) + редька олійна (0,8 – 1,0) • овес (1,6 – 1,8) + сорго кормове (1,0 – 1,2) + горох польовий (0,5 – 0,6) + гірчиця біла (0,8 – 1,0) + редька олійна (0,9 – 1,1)
Лісостеп	<ul style="list-style-type: none"> • ячмінь (2,5 – 2,7) + овес (1,2 – 1,3) + горох польовий (0,5 – 0,6) + вика озима (0,6 – 0,7) + редька олійна (0,9 – 1,2) + гірчиця біла (0,8 – 1,0) • ячмінь (2,4 – 2,6) + сорго кормове (0,9 – 1,0) + кормові боби (0,3 – 0,4) + гірчиця біла (0,9 – 1,1) + редька олійна (1,0 – 1,2) • овес (2,5 – 3,0) + ячмінь (1,0 – 1,2) + горох польовий (0,5 – 0,7) + редька олійна (1,7 – 1,9) • сорго кормове (1,3 – 1,4) + кукурудза (0,1 – 0,2) + соняшник (0,1 – 0,2) + горох польовий (0,6 – 0,7) + редька олійна (1,7 – 1,9)
Степ (за зрошення)	<ul style="list-style-type: none"> • кукурудза (0,3 – 0,4) + овес (1,3 – 1,5) + вика озима (0,9 – 1,2) + горох польовий (0,2 – 0,3) + редька олійна (1,7 – 1,9) • кукурудза (0,3 – 0,4) + ячмінь (1,5 – 1,7) + чина посівна (0,8 – 1,0) + гірчиця біла (0,9 – 1,0) + редька олійна (1,1 – 1,3) • кукурудза (0,3 – 0,4) + овес (1,4 – 1,6) + чина посівна (0,5 – 0,7) + вика яра (0,6 – 0,8) + редька олійна (1,0 – 1,2) + озимий ріпак (1,2 – 1,3) • кукурудза (0,3 – 0,4) + сорго кормове (0,9 – 1,1) + горох польовий (0,5 – 0,6) + вика озима (0,8 – 1,0) + суріниця озима (1,0 – 1,2) + редька олійна (1,0 – 1,2) • сорго кормове (1,6 – 1,7) + кукурудза (0,1 – 0,2) + овес (0,6 – 0,7) + чина посівна (0,6 – 0,7) + вика озима (0,8 – 1,0) + гірчиця біла (0,9 – 1,1) + редька олійна (0,9 – 1,1)

²¹³⁵ Белик Н. Л. Биологические особенности и продуктивность редьки масличной при подзимнем посеве. Сб.: Биология и экология культурных и дикорастущих растений. Тамбов. 1994. С. 83-95.

²¹³⁶ Ковбасюк П. Проміжні посви – додатний резерв повноцінних кормів. Пропозиція. 2011. 3 9. С. 72-78.

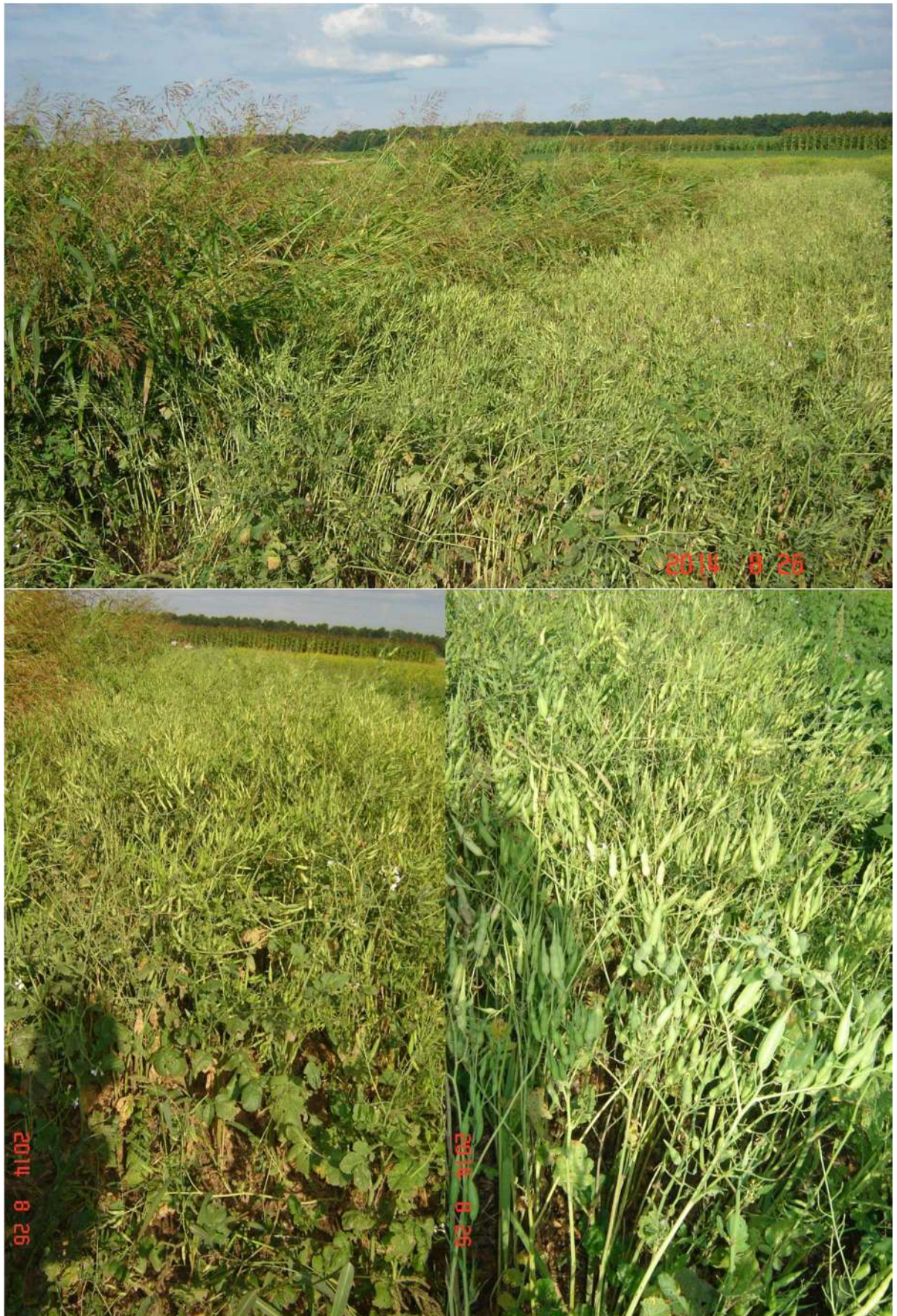


Рисунок 3.24 – Варіанти літньої післяжнивної сівби редьки олійної в умовах дослідного стаціонара Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, 2014 р.

Типова схема зеленого конвеєра для ВРХ
(зона Лісостепу)²¹³⁷

Джерела зеленого корму	Строки сівби	Строки використання
Природні пасовища	–	10.5 – 20.10
Ріпак озимий + жито озиме	15 – 31.8	25.4 – 15.5
Жито озиме + вика мохната	25.8 – 5.9	10 – 25.5
Пшениця озима + вика мохната	25.8 – 5.9	20.5 – 10.6
Люцерна, еспарцет, конюшина + багаторічні злаки	Минулі роки	20.5 – 15.6
Перша отава багаторічних трав	Минулі роки	10 – 25.7
Друга отава багаторічних трав	Минулі роки	10 – 20.9
Багаторічні трави із зрошенням чотири – п'ять укосів	Минулі роки	20.5 – 10.10
Овес + зернобобові + редька олійна першого строку сівби	10 – 20.4	15 – 30.6
Те ж другого строку сівби	25 – 30–4	1 – 15.7
Редька олійна в чистих посівах	10.4 – 10.5	1.6 – 1.7
Кукурудза + суданська трава	5 – 10.5	15 – 31.7
Отава суданської трави	5 – 10.5	10 – 25.9
Кукурудза + соя	15 – 25.5	10 – 31.8
Кукурудза + суданська трава + чина	5 – 10.6	20.8 – 5.9
Отава суданської трави	5 – 10.6	20 – 30.9
Кукурудза (післяукісно) після жита + вика + редька олійна	1 – 10.6	20.8 – 10.9
Кукурудза або суданська трава (післяукісно) після пшениці + вика мохната + редька олійна	20 – 25.6	15 – 30.9
Кукурудза + редька олійна (післяжнивно)	20 – 25.7	20.9 – 10.10
Отава природних сіножатей	–	10.8 – 10.10
Пізноосінні посіви редьки олійної	1 – 10.8	10.9 – 10.10
Гарбузи кормові	10 – 15.5	1.9 – 20.11
Гичка коренеплодів	10 – 20.4	10.9 – 31.10

Міністерство аграрної політики та продовольства України також у своїх рекомендаціях^{2138 2139} щодо оптимального складу кормових сумішок для Полісся

²¹³⁷ Зезюков Н. И. Сохранение и повышение плодородия чёрноземов. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное и-ство, 1999. 312 с.

²¹³⁸ Квітко Г. П. Перспективи вирощування та кормова цінність редьки олійної в правобережному Лісостепу України / Г. П. Квітко, Н. Я. Гетман, Я. Г. Цицюра, Т. В. Цицюра. Корми і кормовиробництво. Вип. 67. 2010. С. 29-39.

²¹³⁹ Сайт бази нормативних документів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.csm.kiev.ua.

та Лісостепової зони відводить редьці олійній значну роль. Склад рекомендованих сумішок такий: 1) кукурудза в сумішках з хрестоцвітими або сумішка кукурудзи з соєю; 2) ячмінь + овес + горох; 3) овес + горох + редька олійна; 4) овес + гірчиця біла + горох; 5) овес + гірчиця біла; 6) овес + редька олійна; 7) овес + редька олійна + горох тощо.

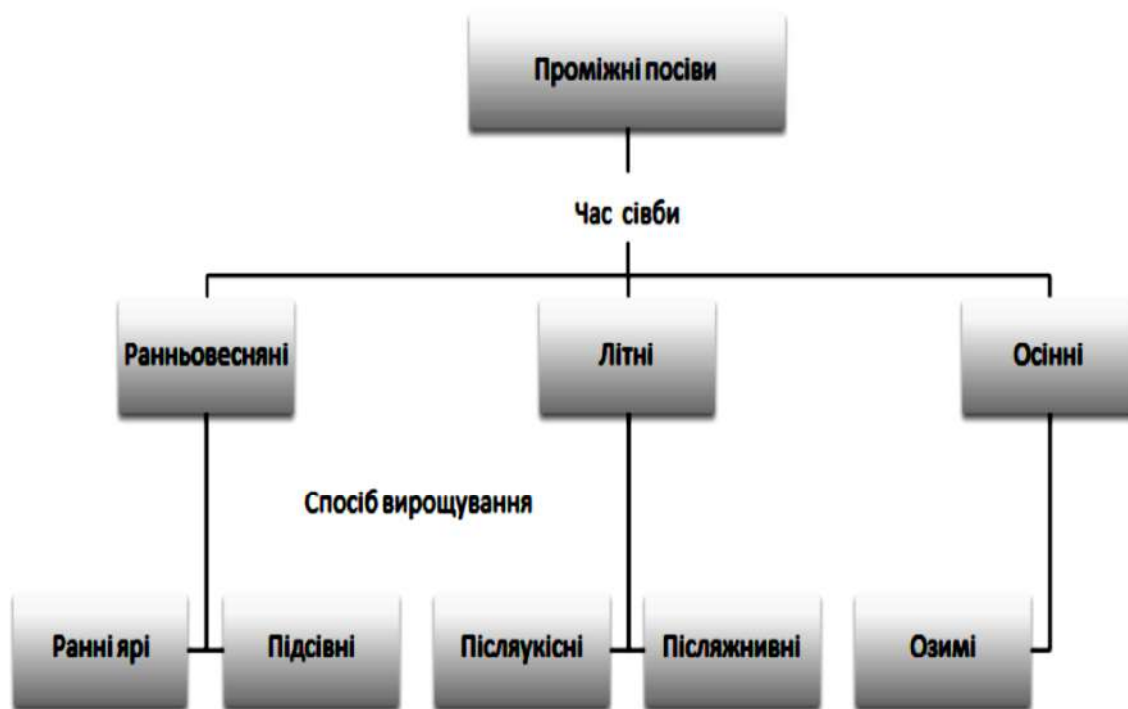


Рисунок 3.25 – Сучасна класифікація проміжних посівів сільськогосподарських культур²¹⁴⁰.

Дамо деякі пояснення до представленої схеми. Післяукісні проміжні посіви – це ті, які вирощуються після зібраної на зелений корм, силос або сіно культури в поточному році і використовують меншу частину періоду можливої вегетації. Післяжнивні культури вирощують після збирання основних культур, здебільшого на зерно у поточному році, і використовують найменшу частину можливої вегетації – 70 – 110 днів. Післяукісні культури висівають у травні – червні, а післяжнивні – в липні, тобто значно пізніше, ніж основні. Що раніше їх сіють, то довший вегетаційний період і кращі умови для їхнього розвитку. Для післяукісних та післяжнивних посівів добирають, насамперед, високоврожайні кормові культури з коротким вегетаційним періодом (вегетаційний період для післяукісних – 140 – 150, а післяжнивних – 70 – 110 днів), стійкі до весняних та осінніх приморозків. Підсівні культури підсівають навесні під основні культури або суміші. Після збирання покривних культур підсівні посилено ростуть і розвиваються, забезпечуючи восени врожайність зеленого корму.

²¹⁴⁰ Суша С. К. Історичні аспекти використання проміжних посівів у кормоиробництві [Електронний ресурс] режим дотупу: http://inb.dnsgb.com.ua/2013-1/13_susha.pdf.

Для більш чіткого розуміння ефективності компанування сумішей редьки олійної з іншими сільськогосподарськими культурами деталізуємо ряд досліджень авторів предсталених у бібліографії. Ефективним прийомом підвищення продуктивності ріллі і якості корму є вирощування редьки олійної в сумішах із злаковими культурами. Так, в умовах Центрального району Нечорноземної зони (дослідження ВНДІ кормів) після збирання озимого жита на зелений корм встановлена ефективність вирощування редьки олійної в суміші з вівсом (разом з горохо–вівсяно–соняшниковою сумішшю). Така суміш на 1,5 – 2 тижні раніше звільняє поле, забезпечує отримання 365 ц/га зеленої маси, 49,8 ц/га сухої речовини і 6,3 ц/га сирого протеїну. Норма висіву складала відповідно 75 і 50 % повної норми висіву кожного компонента в чистому вигляді. Ефективним також є включення редьки олійної до складу сумішей вика + овес і горох + овес при вирощуванні в літніх та пізньолітніх посівах в Центрально–чорноземній зоні. У літніх посівах врожайність зеленої маси складала 258–276 ц/га, сухої речовини – 34–36 ц/га, кормових одиниць – 29,1–31,7 ц/га, що відповідно на 60,2–65,3, 21,4–24,1 і 32,1–33,5 вище, ніж у двокомпонентних сумішах. Вихід кормопропротеїнових одиниць зростав з 33,9–35,5 до 37,5–45,3 ц/га. У пізньоосінніх посівах вихід кормопропротеїнових одиниць в потрійних сумішах ще вищий – 49,8–60,0 ц/га (у подвійних – 25,2–26,9 ц/га). Забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном в потрійних сумішах при літньому посіві складала 117–145 г, при пізньолітньому – 208–215 г. Крім того, для них характерний підвищений вміст фосфору, калію і кальцію, а вміст клітковини на 2–6 % нижчий²¹⁴¹.

Мають перевагу посіви редьки олійної з вівсом, просом і пелюшкою в умовах Лісостепової зони навіть для умов Сибіру. Так, в дослідях Новосибірського СГІ найбільший урожай сухої маси – 34,7 ц/га, кормових одиниць – 29,8 ц/га в післяукісних посівах після вико–вівсяної суміші і відповідно до 38,9 і 32,5 ц/га після озимого жита на корм забезпечила суміш редьки олійної з вівсом²¹⁴².

Ширше поширення отримали суміші редьки олійної з іншими кормовими культурами в умовах зрошення на Україні, в Молдові. У дослідях УкрНДІ землеробства у післяжнивних посівах суміші вівса з редькою олійною в порівнянні з традиційною горохо–вівсяною сумішшю підвищився урожай зеленої маси на 42,5 % вихід кормових одиниць – на 8,7 % збір перетравного протеїну – на 13,6 % отримано відповідно 530, 69,0 і 9,2 ц/га. Ще більш високий урожай був при вирощуванні потрійної суміші овес + горох + редька олійна – 579 ц/га зеленої маси, 74,5 ц/га корм. од. 10,2 ц/га перетравного протеїну.

²¹⁴¹ Квітко Г. П. Перспективи вирощування та кормова цінність редьки олійної в правобережному Лісостепу України/ Г. П. Квітко, Н. Я. Гетман, Я. Г. Цицюра, Т. В. Цицюра. Корми і кормовиробництво. Вип. 67. 2010. С. 29-39.

²¹⁴² Дорофеева М. И. Разработка основных приемов агротехники редьки масличной в условиях Восточной Сибири: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Дорофеева Мария Ивановна. Новосибирск, 1986. 16 с.

Найбільший вихід кормових одиниць 83,0 ц/га і збір перетравного протеїну 10,9 ц/га забезпечила суміш овес + горох + редька олійна²¹⁴³.

При вирощуванні багатокомпонентних сумішей, порівнянно з традиційною горохо–вівсяною сумішшю, продуктивність ріллі по збору зеленої маси підвищувалась на 54,6–55,6 % кормових одиниць на 22,0 % перетравного протеїну на 10,2–10,9 ц/га. Широке впровадження ці суміші знайшли в господарствах Дніпропетровської області²¹⁴⁴.

У дослідженнях на Миколаївській дослідній станції суміші редьки олійної з вівсом в післяжнивних посівах на зрошені забезпечила отримання 427–439 ц/га листостеблової маси, 66,7–70,6 ц/га сухої маси, 76,9 – 79,0 ц/га кормових одиниць. В порівнянні з горохо–вівсяною сумішшю ці показники були вищі відповідно в 1,6, 1,8, 1,5, 1,9 і 1,8 рази, а збір перетравного протеїну збільшився на 22–26 % і досягав 1 ц/га. Таким чином, заміна бобового компонента на редьку олійну в сумішах з вівсом на півдні України при зрошені є ефективним прийомом підвищення продуктивності ріллі і економії насіння бобових культур без зниження якості корму. У Київській області пожнивні посіви редьки олійної з вівсом або кукурудзою забезпечили по 450 – 600 ц/га листостеблової маси²¹⁴⁵.

Багатий досвід вирощування багатокомпонентних сумішей редьки олійної на зрошені в літніх посівах у Тернопільській області. Так, при посіві суміші горох (150 кг/га) + вика (60) + боби (60) + овес (50) + редька олійна (10 кг/га) отримали по 475 ц/га зеленої маси 76 ц/га корм. од. і 10,4 ц/га перетравного протеїну, а при посіві суміші горох (150) + кормові боби (100) + овес (40) + пшениця яра (40) + редька олійна (5) + соняшник (5) – відповідно до 560, 90 і 11,2 ц/га. Ефективною виявилася суміш горох (100) + кормові боби (100) + овес (50) + редька олійна (10), що забезпечила отримання 417 ц/га зеленої маси, 75 ц/га корм. од. і 9,2 ц/га перетравного протеїну²¹⁴⁶.

На Україні залежно від зони обробітку і вологозабезпечення рекомендують різні компоненти в суміші з редькою олійною. Так, в Поліссі і Лісостепу для післяукісних посівів рекомендують висівати суміш кукурудза (40 кг/га) + редька олійна (12) + ярий ріпак (12) + суданська трава (6 кг/га) та суміш кукурудза (50 кг/га) + редька олійна (14) + кормові боби (30 кг/га). Для варіантів післяжнивних сумішок включають холодостійкі культури (овес, ярий або озимий ріпак). Залежно від погодних умов, добрив суміш овес (120–130 кг/га) + редька олійна (12–15) + ріпак (8–12 кг/га) забезпечує отримання 150–

²¹⁴³ Шапкина Г. С. Выращивание крестоцветных промежуточных культур – резерв увеличения производства кормового растительного белка. М.: ВНИИЕЭИагропром, 1990. 58 с.

²¹⁴⁴ Артеменко С. Ф., Дудка М. І. Організація зеленого конвеєра Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області. Дніпропетровськ, 2005. С. 298-301.

²¹⁴⁵ Авраменко В. Сидерати. Їм відроджувати колишню славу українських земель. Пропозиція. № 6. 2003. С. 36-38.

²¹⁴⁶ Абрамов І. М., Ромениця Д. В., Різничук С. Т., Дуковецька М. Д. Продуктивність післяжнивних посівів хрестоцвітних в залежності від строків сівби і способів обробітку ґрунту. Інтенсифікація сівозмін проміжними посівами в умовах західних районів України: Зб. наук. пр. Л., 1985. С. 47-51.

270 ц/га зеленої маси. У Степу редьку олійну в сумішах в післяжнивних і післяукісних посівах вирощують на зрошені. В післяукісних посівах доцільно використати в сумішах із злакових компонентів кукурудзу, суданську траву або кормове сорго, з хрестоцвітних – редьку і рапс, а з бобових – сою. Врожайність таких сумішей досягає 450 – 600 ц/га зеленої маси і більше. Спосіб сівби широкорядний з міжряддями 45 і 70 см, а норма висіву редьки олійної – 15 кг/га, ріпаку і суданської трави – 6, кормового сорго – 5 і сої – 40 кг/га²¹⁴⁷.

За даними Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН за післяжнивної сівби, завдяки низькому вмісту клітковини, капустаєні культури (редька олійна, гірчиця біла) мають високу кормову цінність²¹⁴⁸. За поживністю 1 кг сухої речовини відповідає 1–1,1 кормової одиниці, що на 20–30 % більше, ніж у бобових та злакових культур. Забезпеченість однієї кормової одиниці становить біля 170 – 200 г перетравного протеїну в одновидових посівах та в сумішах 140–150 г. Таку зелену масу можна згодовувати всім видам тварин і птиці навіть після осінніх приморозків (–4–5°C) в жовтні – листопаді. Майже за тридцять останніх років редьку олійну вивчали в складі різних кормових сумішок саме в цій науково–дослідній установі (табл. 3.48, рис. 3.26). За цей час вивчені сумішки редьки олійної з ранніми та пізніми ярими культурами різних господарсько–біологічних груп та проведено всебічну біоенергетичну оцінку їх вирощування для найбільш продуктивних і доцільних варіантів (табл. 3.49). Так, урожайність листостеблової маси суміші жита ярого сорту Веснянка при нормі висіву 3 млн сх. нас./га і редьки олійної сорту Райдуга з нормою висіву 1,5 млн сх. нас. /га становила 18,6 т/га з виходом кормових одиниць 4,19 т/га при вмісті протеїну в кожній 146 г, за 40 днів вегетації. Урожайність суміші ячменю з редькою – 26,2 т/га за 47 днів вегетації з виходом з урожаю 4,49 т/га кормових одиниць і 0,58 т/га перетравного протеїну.

Суміш вівса з редькою олійною за 52 дні вегетації забезпечила урожайність вегетативної маси 29,2 т/га з виходом 4,31 т/га кормових одиниць і 0,63 т/га перетравного протеїну, а вико–вівсяна суміш, відповідно, 23,7, 3,54 і 0,51 т/га. Середньодобові прирости кормових одиниць і перетравного протеїну у сумішах становили: жито яре + редька олійна – 105 і 15 кг/добу, ячмінь + редька олійна 96 і 12 кг/добу, овес + редька олійна 83 і 12 кг/добу, виковісяна суміш 68 і 9 кг/добу.

Урожайність кукурудзи на зелений корм і силос після суміші жита ярого з редькою становила 34,1 т/га з виходом 7,7 т/га кормових одиниць, а після вико–вівсяної суміші, відповідно, 15,7 і 2,7 т/га.

²¹⁴⁷ Шапкина Г. С. Выращивание крестоцветных промежуточных культур – резерв увеличения производства кормового растительного белка. М.: ВНИИЕЭИагропром, 1990. 58 с.

²¹⁴⁸ Гетман Н. Я. Агробіологічне обґрунтування технологічних прийомів підвищення продуктивності однорічних агрофітоценозів для конвеєрного виробництва зелених кормів в правобережному Лісостепу України: дис...доктора с.-г. наук / Гетман Надія Яківна. Вінниця, 2007. 318 с.

Таблиця 3.48

Варіанти сумішок за участю редьки олійної, що вичались в різні роки в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН України ²¹⁴⁹

Культури та їх сумішки, норми висіву (співвідношення компонентів), млн./га	Вихід, т/га		
	листочестоблової маси	сухої речовини	кормових одиниць
Жито,3,0*+редька олійна,1,5	22,2	3,51	3,11
Ячмінь,2,5 + редька олійна,1,5	24,7	4,21	3,65
Ячмінь,2,5 + редька олійна,2,25	24,8	4,38	3,57
Ячмінь,3,75 + редька олійна,2,25	26,2	4,79	3,75
Ячмінь,2,5 + горох посівний,1,05	24,3	4,67	3,50
Ячмінь,50** + редька олійна,50	23,6	4,05	3,82
Ячмінь,50 + редька,75	25,8	4,25	3,98
Ячмінь,75 + редька,75	25,2	3,90	4,32
Овес, 55 + редька олійна, 45	27,2	4,73	3,86
Овес, 52 + редька олійна, 48	29,2	5,27	4,30
Овес, 42 + редька олійна, 58	28,4	4,80	3,88
Овес, 63 + редька олійна, 37	29,3	5,43	4,45
Овес, 71 + редька олійна, 29	28,3	5,73	4,71
Овес, 41 + редька олійна, 31+ горох, 28	28,5	5,25	4,44
Овес, 69 + редька олійна, 31	29,7	5,32	3,37
Овес, 57 + редька олійна, 43	30,3	5,41	4,43
Овес, 58 + редька олійна, 42	29,0	5,23	4,28
Овес, 46 + редька олійна, 20 +горох, 34	29,7	5,57	4,78
Жито + ячмінь +гірчиця біла + редька олійна	28,6	5,92	5,20
Жито + ячмінь +гірчиця біла + суріпиця яра + редька олійна	29,4	5,60	5,13
Тритікале яре, 50 + редька олійна, 50	18,7	3,20	3,23
Тритікале яре, 50 + редька олійна, 75	19,6	3,35	3,36
Боби кормові, 50 + овес, 50 + редька олійна, 50	31,5	4,75	3,80
Боби кормові, 50 + овес, 50 +редька олійна, 25 + горох, 25	32,2	5,29	4,34
Овес ,2,5 + вика яра,0,5 + редька олійна,1,5	41,4	6,67	5,50
Овес,2,5 + горох,0,35 + редька олійна,1,5	42,9	6,91	5,76
Овес,2,5 + редька олійна,1,5	41,7	6,83	5,64
Овес,2,5 + вика яра,0,2 + горох,0,2 + редька олійна,0,5 + ріпак,0,5	41,2	7,18	6,02
Кукурудза + редька олійна післяукісно (одночасний посів)	24,9	3,92	3,72
Кукурудза+ редька олійна (підсів у фазі 3–4 листків)	45,6	6,11	5,56
Кукурудза+редька олійна по сходах	49,6	6,91	6,09
Кукурудза + редька олійна у фазі 3–4 листків	39,0	5,35	4,77

*– норма висіву (млн. шт /га схожих насінин), ** – співвідношення компонентів (%).

²¹⁴⁹ Гетман Н. Я. Агробіологічне обґрунтування технологічних прийомів підвищення продуктивності однорічних агрофітоценозів для конвеєрного виробництва зелених кормів в правобережному Лісостепу України: дис...доктора с.-г. наук / Гетман Надія Яківна. Вінниця, 2007. 318 с.

Таблиця 3.49

Біоенергетична ефективність технології вирощування різночасно
 досягаючих сумішок ранніх ярих кормових культур²¹⁵⁰

Показники	Сумішки				
	вика яра + овес (базовий варіант)	жито яре + гірчиця біла	ячмінь + горох + редька олійна	овес + вика яра + редька олійна	Кукурудза + редька олійна
Затрати сукупної енергії, ГДж/га	23,87	17,51	25,40	21,05	7,79
Вихід, т/га					
сухої речовини	4,40	4,07	4,57	4,41	3,92
кормових одиниць	3,69	3,74	3,88	4,18	3,72
перетравного протеїну	0,404	0,496	0,496	0,540	0,36
Вихід енергії з урожаю, ГДж/га					
вальної енергії	80,1	74,0	83,3	80,3	70,6
обмінної енергії	41,5	41,7	42,7	43,4	35,8
Енергоємність 1 ц, Мдж					
сухої речовини	542	430	556	477	198
кормових одиниць	647	468	655	504	209
перетравного протеїну	5908	3530	5120	3898	2163
Енергетичний коефіцієнт	3,35	4,23	3,28	3,81	9,06
Коефіцієнт енергетичної ефективності	1,74	2,38	1,68	2,06	4,60

У дослідженнях М.І. Дудки²¹⁵¹ по вивченню багатоконпонентних сумішей з редькою олійною встановлено, що найбільшу питому вагу в загальній зеленій масі багатоконпонентних сумішей мала редька олійна, яка на відміну від інших культур характеризувалась високими темпами формування врожаю і після цвітіння. Частка її в сумішках збільшувалась від фази бутонізації до утворення стручків на 3,6–7,9 %. При однаковій нормі висіву капустяних культур значно меншу частку в зеленій масі мали гірчиця сарептська (7,3–11,8 %) і ріпак ярий (3,2–6,4 %), які відрізнялись повільним ростом на початку вегетації, що свідчить про недостатню придатність цих видів рослин для використання в сумісних посівах з ячменем і горохом зерновим. Аналіз кормової продуктивності одновидових посівів капустяних культур показав, що при всіх строках збирання за врожаєм зеленої маси і збором сухої речовини виділялась редька олійна. Вже при ранньому збиранні вона перевищувала за урожайністю зеленої маси гірчицю білу на 54,5 ц/га, а за збором сухої речовини – на 2,2 ц/га. При пізньому збиранні, коли у редьки олійної закінчувалось інтенсивне накопичення надземної маси, вона по продуктивності значно перевищувала гірчицю сарептську і ріпак ярий.

²¹⁵⁰ Гетман Н. Я. Агробіологічне обґрунтування технологічних прийомів підвищення продуктивності однорічних агрофітоценозів для конвеєрного виробництва зелених кормів в правобережному Лісостепу України: дис...доктора с.-г. наук / Гетман Надія Яківна. Вінниця, 2007. 318 с.

²¹⁵¹ Дудка М. І., Черенкова Т. П. Однорічні сумішки – резерв виробництва кормового білка. Корми і кормо виробництво. 2003. Вип. 51. С. 79-81

Найбільший збір сухої речовини в сумішках при загущенні посівів на 50% формували агроценози, до складу яких входили редька олійна, горох зерновий і ячмінь, а також сумішки де четвертим компонентом була гірчиця біла. Заміна редьки олійної і гірчиці білої іншими компонентами, або збільшення кількості компонентів у сумішці (до п'яти) зменшувало дольову частку високоврожайних культур і призводило до зниження загальної продуктивності агроценозу.

Сприятливі умови для формування високого урожаю складались в агроценозах, де домінуюча роль в травостой належала редьці олійній, як більш урожайному компоненту²¹⁵². Оптимальним строком збирання таких посівів є фаза масового цвітіння редьки олійної (табл.). Найбільшу урожайність зеленої маси (335,4 ц/га) і збір сухої речовини (50,4 ц/га) при сумарній нормі висіву компонентів 175% одержано при висіві на гектар 2,0 млн. штук схожих насінин редьки олійної, 0,7 млн шт. – гороху зернового і 1,25 млн шт. – ячменю. Трикомпонентний агроценоз перевищував за врожайністю зеленої маси ячмінно–горохову сумішку і одновидовий посів редьки олійної при першому строку збирання на 69,7 і 24,6 ц/га; при другому – на 101,7 і 21,7 ц/га; а при третьому – на 116,0 і 39,9 ц/га.

Дольова частка рослин у сумішках суттєво змінювала енергетичну і протеїнову поживність корму. Найбільший збір кормових одиниць (35,2 і 45,4 ц/га) і перетравного протеїну (4,5 і 5,0 ц/га) отримали при другому і третьому строках збирання та висіві в сумішці 100% норми капустиного, 50% – бобового і 25% – злакового компонентів. Зміна співвідношення компонентів у бік зменшення норми висіву білкових культур призводила до зниження як загального збору протеїну, так і забезпеченості ним кормової одиниці.

Встановлено також²¹⁵³, що редьку олійну ефективно можна використовувати в сумісних посівах з кукурудзою на зелений корм в системі конвеєрного виробництва зелених кормів. При цій технології редьку олійну висівають у міжряддя кукурудзи ранніх гібридів у фазі 3 – 4 листків (норма висіву редьки олійної – 1,0 млн шт./га). Урожайність листостеблової маси суміші за три роки становила 47 т/га з виходом 6,1 т/га кормових одиниць і вмістом перетравного протеїну в кожній 113 г. Частка редьки в урожаї становила 42 %. Для порівняння в тих же дослідженнях, при сівбі кукурудзи з кормовими бобами 250 тис шт./га вміст протеїну в кормовій одиниці маси складав 106 г, а в суміші з соєю – 108 г. Цвітіння редьки олійної співпадає з формуванням у кукурудзи 10 – 12 листків, яке спостерігається у першій декаді липня. Це дає можливість на 10 – 12 днів раніше використовувати зелений корм із кукурудзи, ніж із бобовими культурами. При викиданні волоті у кукурудзи редька олійна знаходиться у фазі формування стручків у нижньому ярусі. Включення в склад сумішок зернобобових культур з різними біологічними особливостями росту і розвитку забезпечують подовження тривалості використання кормів при їх конвеєрному виробництві.

²¹⁵² Гетман Н. Я. Агробіологічне обґрунтування технологічних прийомів підвищення продуктивності однорічних агрофітоценозів для конвеєрного виробництва зелених кормів в правобережному Лісостепу України: дис...доктора с.-г. наук / Гетман Надія Яківна. Вінниця, 2007. 318 с.

²¹⁵³ Гетман Н. Я. Агробіологічне обґрунтування технологічних прийомів підвищення продуктивності однорічних агрофітоценозів для конвеєрного виробництва зелених кормів в правобережному Лісостепу України: дис...доктора с.-г. наук / Гетман Надія Яківна. Вінниця, 2007. 318 с.

Таблиця 3.50

Продуктивність та поживна цінність зеленої маси агроценозів залежно від співвідношення компонентів²¹⁵⁴

Співвідношення компонентів у сумішках (% від висіву у чистих посівах)					Урожайність зеленої маси, ц/га				Збір з 1 га			Перетравного протеїну на 1 кормову одиницю, г
ячмінь	горох зерновий	редька олійна	гірчиця біла	всього	всього	в тому числі			абсолютно сухої речовини, ц	кормових одиниць, ц	перетравного протеїну, кг	
						злакові	бобові	капустяні				
Контролі												
50	100	–	–	150	233,7	114,3	119,4	–	40,3	30,9	374,6	121,2
–	–	100	–	100	313,7	–	–	313,7	43,8	26,4	394,2	148,5
Трикомпонентні сумішки												
50	50	50	–	150	252,4	103,2	49,0	100,2	40,9	30,2	352,2	116,6
25	50	75	–	150	292,8	77,6	63,5	151,7	44,4	31,4	398,4	126,9
25	25	100	–	150	312,9	80,7	47,6	184,6	48,2	33,7	422,2	125,3
25	75	75	–	175	303,9	74,4	80,8	148,6	46,1	32,3	420,4	130,2
25	50	100	–	175	335,4	80,9	70,4	184,1	50,4	35,2	452,3	128,5
Чотирикомпонентні сумішки												
31,3	31,3	31,3	31,1	125	226,7	91,5	32,8	102,4	36,0	26,8	308,1	115,0
25	50	50	25	150	274,9	69,5	60,2	145,2	42,4	29,6	380,1	128,6
25	25	75	25	150	289,1	77,8	34,4	176,9	43,6	30,7	378,3	123,2
25	50	75	25	175	299,8	71,6	54,9	173,3	45,0	31,3	400,6	128,0
25	50	100	25	200	276,5	68,9	47,3	160,3	41,6	29,0	368,4	127,0

²¹⁵⁴ Дудка Н. И. Дву- и многокомпонентные смеси ранних яровых крестоцветных, злаковых и бобовых кормовых культур. Научно-обоснованные приёмы увеличения производства кормов / Ин-т зерн. хоз-ва УААН. Днепропетровск, 1996. С. 2-4.



Рисунок 3.26. Сумісні посіви кукурудзи з гірчицею білою та редькою олійною (дослідний полігон Інституту кормів та сільського господарства Поділля).



Рисунок 3.27 – Сумісні посіви овесу, вики ярої та редьки олійної (дослідний полігон Інституту кормів та сільського господарства Поділля).



Рисунок 3.28 – Сумісні посіви овесу та редьки олійної (дослідний полігон Інституту кормів та сільського господарства Поділля).



Рисунок 3.29 – Сумісні посіви сорго сорту Ерітрея і редьки олійної сорту Журавка (дослідне поле ВНАУ).



Рисунок 3.30 – Варіант сумісних посівів (смугове розміщення, літній посів) редьки олійної і пайзи (дослідний полігон Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН).

Слід відмітити, що серед перерахованих компонентів кормових сумішей редька олійна демонструє відмінну протеїнову продуктивність.

У господарствах висівають також багатокомпонентні сумішки однорічних кормових культур з включенням до їх складу редьки олійної. Перевага їх перед бобово–злаковими сумішками полягає у вищій стабільній продуктивності, збалансованості кормів за вмістом перетравного протеїну та складом амінокислот, вітамінів, макро– і мікроелементів, можливості подовження періоду їх використання в зеленому конвеєрі. Багатокомпонентні сумішки на 25–30 % збільшують вихід кормових одиниць і на 30 – 50 % перетравного протеїну. Висівають їх у ранньовесняних, післяукісних та післяжнивних посівах (табл.).

На основі тривалого вивчення багатокомпонентних сумішок Н. Я. Гетман²¹⁵⁵ стверджує, що в умовах правобережного Лісостепу України впровадження різночасно досягаючих ранніх і пізніх агрофітоценозів однорічних культур при одночасній сівбі в оптимальні строки гарантує стале конвеєрне виробництво збалансованих за вмістом протеїну зелених кормів і є основним фактором інтенсифікації польового кормовиробництва. Для конвеєрного виробництва між першим і другим укосами багаторічних трав

²¹⁵⁵ Гетман Н. Я. Агробіологічне обґрунтування технологічних прийомів підвищення продуктивності однорічних агрофітоценозів для конвеєрного виробництва зелених кормів в правобережному Лісостепу України: дис...доктора с.-г. наук / Гетман Надія Яківна. Вінниця, 2007. 318 с.

протягом 35 – 40 днів вона рекомендує застосовувати одночасну сівбу сумішок в оптимальні строки: жито яре з нормою висіву 3,0 млн./га з гірчицею білою 1,5 млн./га; овес зернових сортів з нормою висіву 2,5 і редькою олійною 1,5, вики ярої, або гороху кормового 0,5, або 0,35 млн./га; вівса кормових сортів 2,5, люпину білого, або вики озимої 0,4 і 0,5 млн./га (табл. 3.51).

Таблиця 3.51

Кормова цінність однорічних ярих культур кормового використання в умовах Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, %²¹⁵⁶

Культури	Вміст сирого протеїну		У середньому			
			сирого протеїну		перетравного протеїну	
Жито яре	11,25 – 17,13		13,58		11,14	
Ячмінь	12,13 – 14,38		13,61		10,34	
Гірчиця біла	13,38 – 20,50		15,72		13,52	
Редька олійна	13,25 – 14,63		13,94		12,00	
Суріпиця яра	13,25 – 14,63		13,94		12,00	
Ріпак ярий	13,25 – 14,63		13,94		12,00	
Горох посівний	12,75 – 20,44		17,03		12,77	
Поживні речовини	Ячмінь (коłosіння)		Редька олійна (цвітіння)		Горох (цвітіння)	
	вміст в зеленій масі	коефіцієнт перетравності	вміст в зеленій масі	коефіцієнт перетравності	вміст в зеленій масі	коефіцієнт перетравності
Суха речов., %	20,8		12,6		17,9	
Вміст в сухій речовині, %						
Протеїну	13,23	70,0	20,8	86,9	18,9	75
Жиру	2,10	62,0	2,80	89,0	4,06	62
Клітковини	30,35	72	23,0	80,5	26,2	55
Золи	10,64	–	15,82	–	8,72	–
БЕР	42,87	78	37,6	89,7	40,7	–
Кормові од. 1 кг сухої речовини	0,88		0,98		0,93	

²¹⁵⁶ Гетман Н. Я. Агробіологічне обґрунтування технологічних прийомів підвищення продуктивності однорічних агрофітоценозів для конвеєрного виробництва зелених кормів в правобережному Лісостепу України: дис...доктора с.-г. наук / Гетман Надія Яківна. Вінниця, 2007. 318 с.

Серед багатокomпонентних сумішок у лісостеповій зоні також рекомендується використовувати для ранньовесняних посівів таку сумішку, млн схожих насінин на 1 га: овес (2) + вика (0,5) + горох (0,5) + кормові боби (0,2) + озимий ріпак (2) або редька олійна (1,5). У пізньовесняних посівах високі врожаї забезпечує така сумішка: кукурудза (0,25) + люпин білий (0,3) + овес (2,5) + соняшник (0,2); у післяжнивних – овес (2) + кормові боби (0,3) + редька олійна (1,5).

Таблиця 3.52

Календарні строки сівби та використання листостеблової маси сумішок однорічних культур²¹⁵⁷

Базовий варіант			Пропонований варіант		
сумішки однорічних культур	строки		сумішки однорічних культур	строки	
	сівби	викорис-тання		сівби	викорис-тання
Пшениця озима + вика озима	25.08–1.09 мин. року	1–10.06	Жито яре + гірчиця біла	5–10.04	1–10.06
Вико – овес 1 строку сівби	5–10.04	11–23.06	Ячмінь+горох+редька олійна	5–10.04	11–16.06
Вико – овес 2 строку сівби	20–25.04	24.06– 10.07	Овес +вика + редька олійна	5–10.04	17–30.06
Кукурудза + соя 1 строку	2–5.05	11–25.07	Овес корм. + люпин білий	5–10.04	1–12.07
Кукурудза + соя 2 строку сівби	15–25.05	26.07– 20.08	Кукурудза + редька олійна	2–5.05	13–25.07
Кукурудза + соя після оз. пшениці з викою озимою	10–15.06	21.08–5.09	Кукурудза + боби кормові	2–5.05	26.07–10.08
Сорго–суданко–вий гібрид + соя після вико–вівса 1 строку сівби	15–25.06	6–15.09	Кукурудза + соя	2–5.05	11–25.08
Овес + редька олійна після вико–вівса 2 строку сівби	1–10.07	16–25.09	Кукурудза + соя після житньо–гірчичної сумішки	10–15.06	26.08–10.09
Овес +редька олійна після ку– курудзи з соєю 1 строку сівби	1–5.08	26.09– 10.10	Сорго–суданковий гібрид після сумішки ячменю з горохом і редькою олійною	15–20.06	11–20.09
Пшениця оз. з викою оз. після кукурудзи з соєю 2 строку	25.08–1.09	1–10.06 наступного року	Жито яре з гірчицею білою після вівса корм з люпином білим	20–25.07	21–30.09
			Жито яре + гірчиця біла після кукурудзяно бобових сумішок	1–20.08	1–30.10

²¹⁵⁷ Гетман Н. Я. Агробіологічне обґрунтування технологічних прийомів підвищення продуктивності однорічних агрофітоценозів для конвеєрного виробництва зелених кормів в правобережному Лісостепу України: дис...доктора с.-г. наук / Гетман Надія Яківна. Вінниця, 2007. 318 с.

Результати дослідів В. Б. Троца і ін.²¹⁵⁸ в різних ґрунтово-кліматичних зонах Середнього Поволжжя і Передуралля (Російська федерація) показують, що найдоцільніше редьку олійну використати у багатокомпонентних сумішах на зелений корм і силос. Ними апробовані чотирьох- і пяти- видові ценози, у складі соняшнику, вівса, ячменю, гороху або вики і редьки олійної (рис.3.31). Включення редьки олійної до складу традиційних для лісостепової зони соняшnikово-бобово-злакових сумішей на силос, дозволяє збільшити пайову участь бобового компонента у фітоценозі, не побоюючись його вилягання перед збиранням. Завдяки міцному і такому, що галузиться стеблу, редька олійна є хорошою опорною рослиною для довгостеблових сортів гороху або вики. Додавання до названої суміші навіть невеликої кількості редьки олійної сприяє формуванню щільних невилагаючих травостоїв з урожаєм зеленої маси 26,0–30,0 т/га, збалансованої по перетравному протеїну в межах 125–128 г на 1 кормову одиницю. Так, в різко контрастних погодних умовах 2011–2012 рр. на площі 60 га цими ж дослідниками проводилася закладка спільних посівів в складі (з нормою висіву від рекомендованої для одновидових посівів): соняшник 40 % + горох 30 % + овес 25 % + ячмінь 25 % + редька олійна 30 %. В умовах нерівномірного зволоження – ГТК – 0,30 – 1,04 на вилуженому чорноземі в середньому за три роки було отримано 24,6 т/га зеленої маси і 0,56 т/га перетравного протеїну. Це відповідно на 2,3 т/га і 0,24 т/га більше, ніж в травостой соняшнику ущільненого вико-овесом. Згодовування худобі такого комбінованого силосу дозволило збільшити продуктивність дійного стада господарства на 13 %, а жирність молока на 10,3 %.



Рисунок 3.31 –
Сумісні посіви
соняшнику, редьки
олійної, вівса і
ячменю.

²¹⁵⁸ Троц В.Б. Способы посева кукурузы и мальвы в бинарных агрофитоценозах. Московское научное обозрение. 2013. сентябрь. 9(37). С. 9-10.

Розширення посівів соняшnikово–бобово–вівсяних сумішей з редькою олійною сприяло створенню міцної кормової бази, що гарантує щорічне отримання 3,5 – 4,0 т кормових одиниць на одну умовну голову, що забезпечило стабільний і динамічний розвиток тваринництва. Для виробництва зеленого корму і силосу успішно вирощується соняшник з горохом, вівсом, ячменем і редькою олійною висіваючи суміш насіння в ранньовесняні терміни одним проходом рядкової сівалки. Заміна монокультури соняшнику полівидовою сумішшю на 5,2–8,8 % підвищила збір сухої речовини і на 24,0–50,5 % збільшила вихід перетравного протеїну з 1 га, забезпечуючи отримання з 1 га в середньому 25,0 т/га зеленої маси та 0,52 т перетравного протеїну з його концентрацією в 1 кормовій одиниці в межах 110–115 г.

К.А. Кузнецовим²¹⁵⁹ на південному заході Російської федерації досліджувались полівидові сумішки горох (вика яра) (25 % рекомендованої норми) + кормові боби (25 %) + овес (30 %) + соняшник (30 %) + редька олійна (30 %). Результати такого вивчення засвідчили, що такі п'ятикомпонентні суміші забезпечують потенціал продуктивності посівів на рівні 35,05 т/га (8,5 – 8,7 т/га сухої речовини, 1,05–1,1 т/га перетравного протеїну) при використанні на зелений корм і 36,59 т/га (до 8,9–9,0 т/га сухої речовини, 1,1–1,15 т/га перетравного протеїну) – на сінаж, відповідно. Спільне вирощування зернобобових культур з вівсом, соняшником і редькою олійною при різних способах збирання дозволяє отримувати біомасу збалансовану по перетравному протеїну на рівні 178 г на 1 корм. од. в межах зоотехнічних норм. Такі посіви забезпечують найбільший вихід обмінної енергії у варіанті п'ятикомпонентної суміші з викою при внесенні добрив на плановану врожайність – 85,46 ГДж/га, при цьому забезпеченість 1 кг абсолютно сухої речовини обмінною енергією знаходиться на високому рівні і складає 9,63 МДж. При цьому, у цих сумішках частка редьки олійної в урожаї складає 7,1–11,0 %. Такі полівидові суміші при збиранні їх на зелений корм містили (у % на абсолютно суху речовину) 16–17 % протеїну, 28–29 % клітковини, 2–3 % жиру, 5,5–6,0 золи та 46–47 % БЕР. У варіанті сінажного їх використання хімічний склад становив: 18–18,5 % протеїну, 28–29 % клітковини, 2–2,8 % жиру, 5,0–5,5 % золи та 44–45 % БЕР, відповідно.

Позитивним виявився також досвід вирощування сумісних посівів редьки олійної та суданської трави (рис. 3.32). Дослідженнями по підборі компонентів до суданської трави, які не поступаються за продуктивністю та вмістом білку у листостебловій масі зернобобовим, що може бути використана як на зелений корм, так і на приготування силосу і сінажу. В результаті досліджень Л. І. Вялкова та ін. встановлено, що в середньому за роки досліджень врожайність біомаси по варіантах досліду склала: на варіанті суданська трава 50 + редька олійна 50–62,9 т/га; суданська трава 50 + ріпак 50 – 36,4 т/га; суданська трава 50 + горох 50 – 41,0 т/га. Редька олійна за цих умов продемонструвала відмінну конкурентоздатність та інтенсивність ростових процесів. Так, формування біомаси вказаних сумішей здійснювалось за рахунок інтенсивного розвитку дводольних компонентів, частка участі яких в урожаї склала: редьки олійної – 94,7 %, ріпаку – 69,2 %, гороху – 63,1

²¹⁵⁹ Кузнецов К. А. Продуктивность зернобобовых культур в поливидовых посевах на зелёный корм и сенаж в условиях Лесостепи Среднего Поволжья: дис...кандидата с.-х. наук / Кузнецов Константин Александрович. – Кинель, 2014. 184 с.

%, вики – 53,9 %. Як наслідок, кращим компонентом змішаних посівів суданської трави із зернобобовими і капустовими культурами є редька олійна.

Перспективним є і використання редьки олійної як покровної культури при вирощуванні озимих проміжних кормових культур. У дослідженнях А.А. Куценко встановлено, що редьку олійну можна ефективно використовувати як покривну культуру для вирощування озимого жита на зелений корм. Дослідженнями автора встановлено, що загальна забур'яненість озимого жита, підсіяного під покрив редьки олійної, була в 2,5–4,5 рази нижчою, ніж за використання інших хрестоцвітих культур ярої групи (табл.).

Таблиця 3.53

Забур'яненість посіву озимого жита при використанні різних хрестоцвітих покривних культур²¹⁶⁰

С.-г. культура	Кількість бур'янів, шт./м ²				Сира маса бур'янів, г/м ²
	у фазі сходів		перед збиранням		
	всього	у т.ч. багаторічні	всього	у т.ч. багаторічні	
Редька олійна	32	5	4	2	16,5
Гірчиця біла	36	7	9	3	38,4
Ріпак озимий	35	7	15	3	74,4
Ріпак ярий	36	7	12	4	65,7
Суріпиця яра	35	5	12	4	67,2



Рисунок 3.32 – Сумісні посіви суданської трави та редьки олійної.

Разом з тим, редька олійна, що інтенсивно росте і розвивається, може негативно впливати на ріст і розвиток підсіяного озимого жита. У цих же

²¹⁶⁰ Куценко А. А. Элементы технологии возделывания озимой ржи на зеленый корм под покровом редьки масличной в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья: автореф. дис...кандидта с.-х. наук 06.01.09 – растениеводство / Анатолий Анатольевич Куценко. Ставрополь, 2001. 20 с.

дослідженнях відмічається, що площа асиміляційної поверхні жита озимого за використання редьки олійної була найменшою. Вживаємість рослин озимого жита за використання редьки олійної була в 1,7–2,3 рази нижчою, ніж за використання інших хрестоцвітих у якості покривних культур, але виживаність рослин того ж жита була на рівні максимальних показників. Аналогічний характер мали і показники зимостійкості озимого жита.

Незважаючи на певний негативний вплив редьки олійної на ріст і розиток озимого жита, продуктивність кормової площі в сумі листостеблова маса редьки олійної + листостеблова маса озимого жита була найвищою (табл. 3.54).

Таблиця 3.54

Продуктивність покривної культури і підсіяного озимого жита у сумі за два урожаї²¹⁶¹

С.–г. культура	Отримано з 1 га			
	листостеблової маси, ц	сухої маси, ц	обмінної енергії, ГДж	сирого протеїну, ц
Редька олійна	461	76,2	78,2	14,1
Гірчиця біла	398	72,7	74,2	13,1
Ріпак озимий	310	57,0	58,3	10,0
Ріпак ярий	309	54,6	58,1	10,4
Суріпиця яра	373	68,2	69,1	12,3
Безпокровний посів	276	62,1	61,2	9,8

Аналогічні результати було отримано за використання озимої пшениці^{2162 2163}.

Таким чином, досвід науково–дослідних установ і практика передових господарств показують високу ефективність вирощування редьки олійної в сумішах з різними кормовими культурами. Крім того, поукісні проміжні посіви редьки олійної, залежно від зони вирощування, дозволяють значно підвищити продуктивність ріллі і отримати додатково без розширення орних земель по 322–481 ц/га зеленої маси, 27,0–87,7 ц/га сухої речовини, 24,4–85,0 ц/га кормових одиниць. Вихід перетравного протеїну з таких посівів досягає 6,9–10,9 ц/га, тобто вони є істотним резервом підвищення білку.

Слід зауважити, що для одержання високого урожаю сумішей, особливе значення має підготовка ґрунту до посіву, яка спрямована на нагромадження вологи, створення доброї аерації та вирівнювання поверхні, що досягається

²¹⁶¹ Куценко А. А. Элементы технологии возделывания озимой ржи на зеленый корм под покровом редьки масличной в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья: автореф. дис...кандидта с.-х. наук 06.01.09 – растениеводство / Анатолий Анатольевич Куценко. Ставрополь, 2001. 20 с.

²¹⁶² Патент 4587, Україна (1994) А01В 79/02. Спосіб вирощування редьки олійної на корм / С. Т. Різничук, В. І. Пасіченко. – UA 4587 C1; заявка 04.05.1993; опубл. 28.12.1994, Бюл. № 7-1.

²¹⁶³ Спосіб вирощування редьки олійної на корм. Патент UA 4587 C1 A 01 B 79/02. Опубліковани 04.05.93 р.

шляхом використання сучасних комбінованих агрегатів, які дають можливість за один прохід виконувати кілька технологічних операцій і заходів обробки ґрунту (АГ–2,4, «Компактор», «Європак» та ін.), якщо такі агрегати відсутні перед сівбою проводять передпосівну культивуацію з одночасним боронуванням на глибину 5 – 6 см.

На думку ряду авторів^{2164 2165}, однією з поширених форм кормового використання редьки олійної слід вважати її літнє післяжнивне висівання в третій декаді липня – першій (і навіть другій) декаді серпня. В цьому варіанті і в цих строках висівання дана культура не піддається на провокацію сходів за слабких опадів з непродуктивною вологою. В перші два-три тижні після появи сходів редька може рости повільно і її потрібно буде захищати від хрестоцвітих бліх та інших комах.

Головна цінність післяжнивних посівів редьки олійної в тому, що до кінця вересня, коли всі відомі кормові рослини почнуть швидко в'янути та знизять свою кормову продуктивність і якість зеленої маси, настане справжній “зоряний час” редьки олійної. Весь жовтень і понад половину листопада ця культура може стати головним і навіть єдиним постачальником високопоживної зеленої маси для тварин “Свято життя” редьки олійної може тривати до настання стійких заморозків, а в деяких випадках – до середини грудня за пониження температури нижче мінус 5°C^{2166 2167}.

Редьку осіннього циклу використання не скошують низько, бо це знижує накопичення в ній клітковини. За висоти зрізу не нижче 15 – 20 см врожайність маси корму може досягати 350 – 400 ц/га. При цьому у сухій речовині концентрація клітковини не перевищує 27 %, а привчання до поїдання корму буде проходити швидше і легше. Високе скошування редьки – кардинальне оздоровлення ґрунту, поліпшення його дрібнозернистої структури, а також доказ незаперечних переваг редьки олійної²¹⁶⁸.

Дослідження проведені в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН²¹⁶⁹, засвідчують, що при вирощуванні редьки олійної у післяжнивних посівах важливе значення має підготовка ґрунту після збирання попередника. Це ж підтверджується дослідженнями проведеними у

²¹⁶⁴ Варламова К. А., Коробко Т. Н., Бортников К. Н. Промежуточные посе́вы редьки масличной и кормовой капусты в условиях орошаемого юга Украины. В сб.: Новые пищевые и кормовые растения в народном хозяйстве. Киев: Наукова думка, 1981. Ч. 2. С. 72-73.

²¹⁶⁵ Гетман Н. Я. Технология выращивания ранних яровых культур в смесях для внесения промежуточных посевов в системе зеленого конвейера. Индустриальная технология выращивания высоких урожаев кормовых культур: Тезисы докл. науч. конф. по кормопроизвод. К., 1983. С. 130-131.

²¹⁶⁶ Подобед Л. А. Зверніть увагу на редьку олійну. Пропозиція. 2009. № 3. С. 58- 60.

²¹⁶⁷ Подобед Л. А. Депонированный на сайте статьи <http://podobed.org>.

²¹⁶⁸ Подобед Л. А. Зверніть увагу на редьку олійну. Пропозиція. 2009. № 3. С. 58- 60.

²¹⁶⁹ Гетман Н. Я. Технология выращивания ранних яровых культур в смесях для внесения промежуточных посевов в системе зеленого конвейера. Индустриальная технология выращивания высоких урожаев кормовых культур: Тезисы докл. науч. конф. по кормопроизвод. К., 1983. С. 130-131.

Білорусії²¹⁷⁰ (табл.). Слід також пам'ятати, що капустяні види у склад післяжнивних сумішей, мають дрібне насіння, а тому для гарантування дружніх сходів і рівномірного загортання насіння при сівбі, необхідно ретельно вирівняти ґрунт. Вибір способу обробітку залежить від стану ґрунту, його забур'яненості та вологості. В погодних умовах, коли верхній шар ґрунту вологий, а нижній сухий, доцільно проводити поверхневий обробіток комбінованими агрегатами (АГ – 2,4, АКГ – 6, АПБ – 6, РВК – 3,6, «Європак» та ін.), що дає можливість поєднати декілька ґрунтообробних операцій. При цьому скорочуються строки виконання робіт, що не допускає пересихання верхнього шару, а насіння лягає у вологий ґрунт. При відсутності вищезгаданих технічних засобів проводять дискування на глибину 10 – 12 см з послідуною культивацією та до- і післяпосівним прикочуванням ґрунту. Слід також зауважити, що застосування комбінованих агрегатів дає можливість зменшити витрати пального у 1,5 – 2 рази у порівнянні з оранкою.

Таблиця 3.55

Вплив способів обробітку ґрунту на урожайність післяжнивної редьки олійної, ц/га²¹⁷¹

Спосіб обробітку ґрунту	Витрата палива на основний обробіток ґрунту	Листостеблова маса	Суша речовина	Перетравний протеїн
Оранка	19,6	221	22,1	4,0
Дискування	5,4	195	20,1	3,9
Чизелювання	6,2	198	20,0	3,9
Культивація	5,1	196	19,3	3,8
Стерньовий посів	0	165	17,1	3,5

Мінеральні добрива вносять у дозі $N_{30-90}P_{30-45}K_{30-60}$, або азоту – N_{30-90} . В степовій зоні і, особливо, в її південних районах на зрошуваних землях за цей період можна одержати ще один урожай. Режим зрошення складається із передпосівного поливу 500 м^3 і 2–3 вегетаційних поливів нормою $400-450 \text{ м}^3/\text{га}$. На ґрунтах забезпечених фосфором і калієм в післяжнивних посівах застосовують тільки азотні добрива у дозі N_{45-60} . Сівбу редьки олійної у післяжнивних посівах необхідно завершити до 15 серпня. Більш пізні строки сівби, особливо в Лісостепу та Поліссі, приводять до зниження урожайності на 20 – 30 %. Норми висіву редьки олійної в одновидових посівах складають, $2,0-2,5 \text{ млн шт./га}$ схожих насінин, в сумішах 50–70 % від повної норми висіву. Суміші висівають звичайним рядковим способом на глибину 2–3 см для редьки

²¹⁷⁰ Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н., Юровский Р. Ф. Особенности обработки почвы под пожнивные культуры. Белорусское ельское хозяйство: ежемесячный научно-практический журнал. Минск, 2006. 37. С. 19-22.

²¹⁷¹ Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н., Юровский Р. Ф. Особенности обработки почвы под пожнивные культуры. Белорусское ельское хозяйство: ежемесячный научно-практический журнал. Минск, 2006. 37. С. 19-22.

олійної. Крім того, необхідно звертати особливу увагу на висоту зрізу попередника; занадто висока стерня може стати серйозною перешкодою при обробці ґрунту, особливо поверхневого, а надалі утрудняє роботу сівалок і знижує якість посіву. Бажано скорочувати до мінімуму перерву між збиранням попередника і посівом післяжнивних культур, використовуючи замість оранки мінімальний обробіток ґрунту (дискування, чизелювання) або комбіновані ґрунтообробні-посівні агрегати. При достатній вологості верхнього шару ґрунту можливий прями́й посів по стерні сівалками з дисковими сошниками (*рис.*), на що наголошує і М. Я. Бомба²¹⁷² у своїх публікаціях. У цілому, зведені рекомендації щодо технології посіву післяжнивних кормових культур де одним з компонентів виступає редька олійна представлені у *табл. 3.56*.

Таблиця 3.56

Технологічна схема вирощування редьки олійної у післяукісних та післяжнивних посівах в одновидовому та багатоконпонентному варіантах

Варіант сівби	Технологічні параметри
Післяукісна сівба	<p>Сівбу слід завершити до 1 – 5 серпня. Перевагу слід віддавати стерньовим попередникам, або ж однорічним кормовим сумішкам на корм де були відсутні хрестоцвіті компоненти. Норма висіву у чистому вигляді 2 – 2,5 млн шт./га схожих насінин попередньо протруєного, від шкідників сходів, насіння (інсектицидна обробка) з міжряддям 15 – 19 см, залежно від типу сівалки та сівби. Спосіб сівби переважно звичайний рядковий. Норма висіву у складі сумішей відповідно до їх структурної рецептури, збільшена щонайменше на 10 – 15 %. Глибина посіву для редьки олійної 2 – 4 см. Коткування після сівби, за умов посушливого періоду – обов’язкове. Принцип підготовки ґрунту під посів – орієнтування на найбільш дрібнонасіну культуру, що входить до складу суміші. Перевагу віддавати вологозберігаючим поверхневим системам обробітку ґрунту за принципом контрольованої мульчі рослинними залишками попередника та здійснення передпосівної підготовки і посіву в єдиному технологічному циклі. Внесення мінеральних добрив під передпосівний обробіток для фосфору і калію та по можливості дробно для азоту. Доза добрив визначається комплексом умов ґрунтової родючості, абіотичних чинників довкілля та складу суміші і коливається в межах $N_{30-90}P_{30-60}K_{30-60}$. Можливе коректування доз добрив виходячи з виносу елементів живлення оновною (попередньою) та проміжною (наступною) культурами. На ґрунтах достатньо забезпечених фосфором та калієм обмежуються внесенням лише азотних добрив. Для сумішей, у складі яких разом з редькою олійною переважають злакові компоненти азотні добрива</p>

²¹⁷² Бомба М.Я. Приемы минимализации обработки почвы при возделывании промежуточных культур в Западной Лесостепи Украинской ССР. Ресурсозберегающие технологии обработки почвы: науч. основы опыт. перспект. 1989. С. 159-165.

	<p>застосовують переважно у формі підживлення в піковий період лінійного росту цих культур. У випадку наявності бобових компонентів у складі сумішей – $N_{15-30}P_{30-60}K_{30-60}$. Перевагу слід віддавати заводським сумішам добрив. Внесення добрив є доцільним за умов мінімального рівня атмосферного зволоження та певних параметрів ГТК періоду від збирання попередника до початку укісної стиглості культури (опадів щонайменше 50 – 60 мм, ГТК щонайменше 0,75 – 1,0)</p>
<p>Післяжнивна сівба</p>	<p>Сівбу слід завершити до 15 серпня після стерньових ультра ранньостиглих та ранньостиглих попередників, що рано звільняють поле. Скошування попередника на невисокій стерні. Максимальний розрив між збиранням попередника та сівбою проміжної культури за умов достатньої технологічної вологості ґрунту – 2 – 3 дні. Перевагу віддавати поверхневим системам обробітку ґрунту у комбінованому поєднанні операцій рихлення з максимальним збереженням рослинних решток та сівби з післяпосівним прикочуванням або ж у варіанті прямої сівби. Норма висіву у чистому вигляді 2,5 – 3,0 млн шт./га схожих насінин з міжряддям 15 – 25 см, залежно від типу сівалки та сівби. Спосіб сівби переважно звичайний рядковий. Норма висіву збільшена щонайменше на 15 – 25 %. Насіння рекомендується обробляти системними інсектицидами для захисту від шкідників сходів. Глибина посіву для редьки олійної 2 – 4 см. Коткування за умов посушливого періоду – рекомендоване до сівби та обов'язкове після. Особливості удобрення та адаптивного їх обґрунтування – аналогічні що й для варіанту післяукісної сівби.</p>



Рисунок 3.33 – Сходи редьки олійної отриманої у варіантах прямої сівби, 2011 р.



Рисунок 3.34 – Урожайність зеленої маси редьки олійної за сівби 18 серпня становить 212 ц/га²¹⁷³.

Таким чином, редька олійна – надійний та перевірений компонент багатоконпонентних сумішей кормових культур, яка в силу своїх біологічних та морфологічних особливостей здатна формувати агрофітоценози складної ярусності та полівидовості. Склад компонентів з її участю слід підбирати виходячи з ґрунтово-кліматичних умов, специфіки виробничої спеціалізації тваринництва та строків сівби тощо, з врахуванням детальних рекомендацій висвітлених вище.

²¹⁷³ Лихочвор В. В. Добривна альтернатива. *Зерно*. № 3. 2008. С. 5-10.

ПІСЛЯМОВА

Підсумовуючи результати та узагальнення багаторічних досліджень різних авторів у різних ґрунтово-кліматичних зонах висвітлених у даній монографії та власні дослідження авторів слід зауважити, що сидерація є надзвичайно ефективним заходом збереження та стабілізації ґрунтових умов родючості на фоні забезпечення позитивного балансу підтримання біогенних елементів у ризосферному шарі ґрунтового профілю.

За рахунок використання сидеральних культур можна додатково накопичувати до 45–55 т/га рослинних решток листостеблової та кореневої формацій, що ефективно компенсує нестачу органічних добрив у системі найбільш доцільного органо-мінерального удобрення. Саме такий варіант поєднання фонового мінерального живлення та внесення органічної маси є найбільш наближеним до природніх процесів гумусоутворення, відновлення балансу органічної речовини у ґрунті, забезпечення домінування процесів гуміфікації над процесами мінералізації органічної речовини у ґрунтах.

Позитивним є і роль корневих систем сидератів, які виступають природніми розрихлювачами і оструктурювачами ґрунтового профілю, що забезпечує формування оптимізованих параметрів структурованості ґрунту, загальної та капілярної пористості, водоутримуючої та водопропускної здатності, достатніх рівнів аерації. При цьому кореневмісний сидеральний шар сприяє істотному підвищенню мікробіологічної активності ґрунту, активізації ґрунтової біоти, зростанню її різноманітності та результативності з позиції інтенсифікації синтезуючих реакцій гуміфікації за оптимізованих рівнів мінералізації на фоні посилення процесів газообміну та газовиділення.

За раціонального застосування сидерації у поєднанні із комплексним використанням рослинних решток у кожному полі сівозміни створюються всі умови для розширеного відтворення родючості ґрунтів, забезпечення екологізації та комплексної біологізації систем удобрення, зниження агрохімічної деградації ґрунту, що у підсумку за умов довготривалого застосування сидерації гарантує позитивні значення балансу гумусу у тому числі за рахунок іммобілізації органічної речовини у виразі інтенсифікації колообігу базових біогенних елементів – фосфору, калію, кальцію, магнію та мікроелементів. Насьогодні встановлено, що завдяки зеленій масі сидератів залучається до процесу мінерального біогенного ґрунтового живлення рослин до 20–50 кг/га азоту, до 20–50 фосфору і 50–120 калію (у сумі застосування надземної листостеблової та кореневої маси).

Непересічне значення сидерації в поліпшенні комплексу агрофізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Сидерати це по своїй суті природні культиватори, які ефективно руйнують плужну підшову ґрунтового профілю, формують унікальну агровиробничу структуру основної товщі ґрунтового профілю, впливають на акумуляцію та внутрішньопроефільний перерозподіл агрохімічних елементів, вологи, повітря, концентрацію корисної мікробіоти різних рівнів. Сидерація – комплексне оздоровлення ґрунту і при систематичному і правильному застосуванні це потужний механізм

фіторекультивуваці та фіторемедіації ґрунтів, що вкрай необхідно за інтенсивності сучасних процесів деградації ґрунту, реалізації намічених програмних цілей збереження та раціонального використання ґрунтового покриву України.

Саме з огляду на окресленні чинники – найбільш раціональний формат ведення систем землеробства в Україні з огляду на сучасні тенденції інтенсивного зростання цін на мінеральні добрива та засоби захисту, пальне на фоні загального скорочення кількості накопиченої органіки – максимальне використання сидеральних землеробських систем у господарства різної форми власності в Україні, а особливо в великотоварних підприємствах та агрохолдингах де інтенсивність впливу на ґрунтовий покрив у рази є вищою.

Основними завданнями у цьому плані для ефективного використання сидерації в Україні є наступні:

- застосування всіх форм сидерації доступної для ефективного використання з огляду на ґрунтово-кліматичні ресурси території України (основної, підсівної, проміжної і кулісної);

- розробка адаптивних технологій вирощування основних сидеральних культур відповідно до потенційно можливих форм їх сидерації з формуванням різноваріантних підходів до строків сидерації, її компонентів, технологічних підходів до формування сидерального посіву, догляду за сидератами та визначення строків безпосереднього використання власне сидерату;

- формуванні підходів до створення повнопрофільних сидеральних систем землеробства, які б передбачали формування сидеральних парів, комплексних проміжних посівів сидеральних культур, комплексного використання систем рослинних решток (соломи, полови, падалиці) у варіантах додаткової сидерації з формуванням агротехнологічних підходів до дієвого управління рослинними рештками з огляду на домінуючі світові тенденції до переходу на мінімалізовані та прямі системи обробки ґрунту, застосування стріп-технологій та пармакультурного підходу до формування агроценозів основних сільськогосподарських культур;

- правильний ґрунтово-зональний та кліматологічний підбір сидеральних культур із розробкою дієвих регіональних схем сидерації, що дозволить у підсумку забезпечити позитивний імідж технологій сидерації, буде стимулювати до її залучення до відповідних відпрацьованих систем землеробства із формування біологізованих та органічно-орієнтованих землеробських та рослинницьких технологій в Україні;

- розробка та модернізація комплексу ґрунтообробних машин та посівних агрегатів для ефективного реалізації технологій сидерації в Україні, гарантування її біоенергетичної та виробничо-економічної ефективності у різних регіонах нашої держави.

Автори монографії вважають що застосування сидерації в Україні – надійних шлях збереження ґрунтів України, що у майбутньому забезпечить ефективне і стале ведення аграрного виробництва та гарантує продовольчу безпеку.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
РОЗДІЛ 1. ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ СИДЕРАЦІЇ (СВІТОВИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ РАКУРС)	6
1.1. Історія становлення сидерації в різні історичні періоди	6
1.2. Розвиток ідей біологізації землеробських технологій та практики сидерації в Україні	41
РОЗДІЛ 2. СИДЕРАЦІЯ ЯК ПРОЦЕС ТА ЗАСІБ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ТА АЛЬТЕРНАТИВНА БІОЛОГІЗОВАНА СИСТЕМА УДОБРЕННЯ	83
2.1. Значимість сидерації у системі біологізації землеробства, основні форми та види її застосування, принципи та особливості підбору культур для сидерації	83
2.2. Особливості сидерації за використання різних видів рослин	176
2.3. Застосування поживних решток сільськогосподарських культур у варіантах комбінованої сидерації	401
2.4. Вплив сидерації на режими ґрунтових умов родючості	478
РОЗДІЛ 3. ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ ЯК СИДЕРАТУ (ВІТЧИЗНЯНИЙ ТА СВІТОВИЙ ДОСВІД)	658
3.1 Використання редьки олійної як універсального фітомеліоранта	658
3.2. Редька олійна як сидерат у складі проміжних та сумісних посівів	727
ПІСЛЯМОВА	768

Підписано до друку 01.11.2022. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Times New Roman.
Умовних друкованих аркушів 46,01. Наклад 100 прим. Заказ № 30522
Видавець ТОВ «Друк» Реєстраційне свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
Державного реєстру видавців серія ДК № 5909 від 18.09.2017 р. Віддруковано з макету
замовника в ТОВ «Друк» м. Вінниця, вул. 600-річчя, 25, 21027.

