



НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

# ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ



# ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Виходить 4 рази на рік

№ 4/2021

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

**ФУРДИЧКО ОРЕСТ ІВАНОВИЧ**

д.е.н., д.с.-г.н., професор, академік НААН

Відповідальний секретар

**ВИСОЧАНСЬКА Марія Ярославівна**

к.е.н.

- Антоненко Ірина Ярославівна** • д.е.н., професор (Київ)
- Вежбінський Богдан** • д. е. н., професор (Республіка Польща)
- Грановська Людмила Миколаївна** • д.е.н., професор (Херсон)
- Дем'янюк Олена Сергіївна** • д.с.-г.н., професор,  
член-кореспондент НААН (Київ)
- Добряк Дмитро Семенович** • д.е.н., член-кореспондент НААН (Київ)
- Дребот Оксана Іванівна** • д.е.н., професор, академік НААН (Київ)
- Дубас Ростислав Григорович** • д.е.н., професор (Київ)
- Ілієв Іван Олександрович** • д. н., професор (Болгарія)
- Йошіхіко Окабе** • д.е.н., професор (Японія)
- Копій Леонід Іванович** • д.с.-г.н., професор (Львів)
- Кузін Наталія Василівна** • д.е.н., доцент, професор (Біла Церква)
- Москаленко Анатолій Михайлович** • д.е.н., член-кореспондент НААН (Чернігів)
- Мудрак Олександр Васильович** • д.с.-г.н., професор (Вінниця)
- Новаковська Ірина Олексіївна** • д.е.н., доцент (Київ)
- Паляничко Ніна Іванівна** • д.е.н., старший науковий  
співробітник (Київ)
- Собчик Вікторія** • д.с.-г.н., професор (Республіка Польща)
- Тараріко Олександр Григорович** • д.с.-г.н., професор, академік НААН (Київ)
- Шерстобоева Олена Володимирівна** • д.с.-г.н., професор (Київ)
- Шершун Микола Харитонович** • д.е.н., професор (Київ)
- Шкуратов Олексій Іванович** • д.е.н., професор (Київ)
- Юхновський Василь Юрійович** • д.с.-г.н., професор (Київ)

**Засновники:**

Інститут агроекології і природокористування НААН

ТОВ «Екоінвестком»

*Свідоцтво про реєстрацію*  
КВ № 18960-7750 Р від 29.05.2012

**Видавець:**

ТОВ «Екоінвестком»

*Свідоцтво про реєстрацію*  
ДК № 4293 від 02.04.2012

**Адреса редакції:**

03143, м. Київ, вул. Метрологічна, 12

тел./факс: (044) 526-33-36

**www.natureus.org.ua**

e-mail: nature\_us@ukr.net

*Журнал включено*

*до Переліку наукових фахових видань України (Категорія Б)*

*наказ Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р.*

*за такими спеціальностями: 051 — Економіка, 101 — Екологія,*

*201 — Агрономія, 205 — Лісове господарство.*

**Журнал включено**

**до міжнародних інформаційних та наукометричних баз:**

**RePEc, Research Bible, РИНЦ, Google Scholar,**

**Advanced Science Index, Polska Bibliographia Naukowa**

*Рекомендовано до друку*

*Вченою радою Інституту агроекології*

*і природокористування НААН*

*(протокол № 10 від 28.10.2021 р.)*

Відповідальність за добір і викладення фактів несуть автори.

Точка зору редколегії не завжди збігається з позицією авторів.

---

Підписано до друку 04.11.2021 р. Формат 60×84/8. Друк офсетний.

Ум. друк. арк. 17,67. Наклад 300 прим. Зам. № ЗП-04-21.

Оригінал-макет та друк ТОВ «ДІА». 03022, Київ-22, вул. Васильківська, 45

---

## ЗМІСТ

<b>Дребот О.І., Добряк Д.С., Мельник П.П., Сахарнацька Л.І.</b> Наукові засади формування та розвиток сільськогосподарського землекористування на основі трансформації земельних відносин.....	5
<b>Фурдичко О.І., Дребот О.І.</b> Питання землеустрою і лісовпорядкування у галузі державного лісівництва в Україні: сучасний стан нормативно- правових актів і напрями їх розвитку.....	14
<b>Фурдичко О.І., Тимочко І.Я., Соломаха І.В.</b> Еколого-функціональні особливості лісових насаджень Лісостепу України.....	29
<b>Ковалів О.І., Морозов О.Ф., Лазаренко В.І., Новаленко (Заїка) А.О.</b> Епістемологія існуючого стану природокористування як причинно- наслідкової закономірності здійснюваної дотепер земельної реформи в Україні.....	42
<b>Дорош О.С., Третяченко Д.В.</b> Планування документація як інструмент управління землями загального користування.....	55
<b>Гайдар А.А., Зіновчук Н.В., Лазаренко І.В.</b> Використання цифрових маркетингових підходів у біотехнологічному виробництві.....	62
<b>Hutsuliak H., Hutsuliak Yu., Oliinyk H.</b> Prerequisites for creating the agricultural land resources monitoring system.....	71
<b>Бохан А.В.</b> Дипломатія розвитку в екологізації міжнародних економічних відносин.....	77
<b>Єгорова Т.М.</b> Агрорландшафтне картування у системі збалансованого природокористування на землях сільськогосподарського призначення.....	84
<b>Мудрак О.В., Магдійчук А.П.</b> Водно-фізичні властивості ґрунту як чинник формування фітоценотичного покриву девастрованих земель.....	93

## CONTENTS

<b>Drebot O., Dobriak D., Melnyk P., Sakharnatska L.</b> Scientific fundamentals of formation and development of agricultural land use on the basis of transformation of land relations.....	5
<b>Furdychko O., Drebot O.</b> Issues of land management and forest management in the field of state forestry in Ukraine: the current state of regulations and directions of their development.....	14
<b>Furdychko O., Tymochko I., Solomakha I.</b> Ecological and functional features of forest plantations of the Forest-steppe of Ukraine.....	29
<b>Kovaliv O., Morozov O., Lazarenko V., Novalenko (Zaika) A.</b> Epistemology of the current state of nature management as a causal pattern of land reform carried out so far in Ukraine.....	42
<b>Dorosh O., Tretiachenko D.</b> Planning documentation as a management tool of land of public use.....	55
<b>Haidar A., Zinovchuk N., Lazarenko V.</b> Using digital marketing approaches in biotechnology production.....	62
<b>Гуцуляк Г.Д., Гуцуляк Ю.Г., Олійник Г.Б.</b> Передумови створення системи моніторингу земельних ресурсів агросфери.....	71
<b>Bokhan A.</b> Diplomacy of development in ecologization of international economic relations.....	77
<b>Yehorova T.</b> Mapping of the agrolandscapes in the system of balanced environmental management on the agricultural activity land.....	84
<b>Mudrak O., Mahdiichuk A.</b> Water and physical properties of soil as a factor of phytocenotic cover formation of devastated lands.....	93

## ЗМІСТ

<b>Куценко Н.І., Дем'янюк О.С., Харук І.Д., Гречкосій А.О.</b> Оцінка показників якості та урожайності насіння поширених в Україні сортів розторопші плямистої.....	100
<b>Попроцька В.М., Мостов'як С.М., Мостов'як І.І.</b> Економічна оцінка вирощування суниці садової за різних систем захисту рослин у Правобережному Лісостепу України.....	107
<b>Ткачук О.П., Панкова С.О.</b> Склад та біометричні показники полезахисних лісосмуг центрального Лісостепу.....	117
<b>Коробко А. А.</b> Динаміка виробництва сої в Україні та світі.....	125
<b>Маслоїд А.П.</b> Вплив систем удобрення та передпосівної інокуляції на фосфатмобілізувальні бактерії ризосфери цукрового буряку.....	135
<b>Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Овчарук В.В., Овчарук І.І.</b> Вплив сидератів на родючість ґрунту.....	144

## CONTENTS

<b>Kutsenko N., Demyanyuk O., Haruk I., Grechkosiy A.</b> Evaluation of quality and yield indicators of seeds of widespread varieties of milk thistle in Ukraine.....	100
<b>Poprotska V., Mostoviak S., Mostoviak I.</b> Economic assessment of growing strawberries under different plant protection systems in the Right bank Forest-steppe of Ukraine.....	107
<b>Tkachuk O., Pankova S.</b> Composition and biometric indicators of field protective forest belts of the central Forest-steppe.....	117
<b>Korobko A.</b> Dynamics of soybean production in Ukraine and the world.....	125
<b>Masloyid A.</b> Influence of fertilization and pre-seeding inoculation systems on phosphate-mobilizing bacteria of sugar beets rhizosphere.....	135
<b>Razanov S., Tkachuk O., Ovcharuk V., Ovcharuk I.</b> Influence of siderates on soil fertility.....	144

## ВПЛИВ СИДЕРАТИВ НА РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТУ

**С.Ф. Разанов**

доктор сільськогосподарських наук,  
професор кафедри екології та охорони навколишнього середовища,  
Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)  
e-mail: razanovaalla68@gmail.com;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4883-2696>

**О.П. Ткачук**

доктор сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища  
Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)  
e-mail: tkachukop@ukr.net;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0647-6662>

**В.В. Овчарук**

аспірант  
Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)  
e-mail: ovcharukvitaly1994@gmail.com;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9124-6708>

**І.І. Овчарук**

аспірант  
Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)  
e-mail: ovcharukvitaly1994@gmail.com;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5485-3218>

*Мета* — вивчити вплив різних видів післяжнивних сидеральних культур на показники родючості ґрунту. Дослідженнями 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 основ. Експериментальні дослідження проводили впродовж 2018–2021 рр. в умовах ФГ «Зоря Василівки» Тиврівського району Вінницької області на сірих опідзолених ґрунтах.

На варіанті без вирощування сидератів вміст гумусу становив 2,30%. Вирощування сидератів сприяло підвищенню вмісту гумусу у ґрунті за ротацію сівозміни на 0,11–0,14%. Найбільше зріс вміст гумусу на варіанті вирощування сидератів гороху та ріпаку озимого, а найменше — ячменю ярого. Вміст азоту лужногідролізованого на варіанті без вирощування сидератів становив 118 мг/кг. При вирощуванні сидератів вміст лужногідролізованого азоту у ґрунті зріс на 1,7–7,1%. Найістотніше збільшився вміст лужногідролізованого азоту у ґрунті після вирощування сидерату гороху, а найменше — після ячменю ярого і ріпаку озимого. Концентрація рухомого фосфору на контрольному варіанті без вирощування сидератів становила 622 мг/кг та була найвищою серед усіх досліджуваних варіантів, де вирощували сидерати. На варіантах із вирощуванням сидеральних культур вміст рухомого фосфору у ґрунті зменшився на 16,4–18,0%. Найменше зниження вмісту фосфору рухомого у ґрунті, порівняно з варіантом без використання сидератів, було виявлено на варіанті вирощування сидерату пшениці озимої, а найбільше зниження — на варіанті вирощування сидерату ячменю ярого. 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.

Реакція ґрунту рН на варіанті без вирощування сидератів становила 6,05 рН. Варіанти із вирощуванням сидератів відзначалися зниженням величини реакції ґрунтового розчину на 0,2–0,5 рН. Найбільше підкислення ґрунту спостерігається після вирощування сидерату ріпаку озимого, а найменше — після сидерату ячменю ярого. 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 кислотнос-

ті ґрунту зросла на 3,0–7,0%. Найбільше зростання гідролітичної кислотності встановлено на варіанті вирощування сидерату ріпаку озимого, де фактична гідролітична кислотність ґрунту була найбільша і становила 1,72 мг-екв./100 г.

**Ключові слова:** зелене добриво, гумус, поживні речовини, кислотність.

## ВСТУП

В умовах інтенсифікації землеробства прискорюються процеси деградації ґрунтів України, найважливішим проявом якої є втрата гумусу через нестачу органічних добрив. Тому виникає необхідність пошуку шляхів поповнення органічної речовини ґрунту за рахунок альтернативних видів органічних добрив.

Тривалий час основним джерелом поповнення органічної речовини ґрунту в колгоспах колишнього Радянського Союзу був гній із тваринницьких ферм. Тому у другій половині двадцятого століття помітних деградаційних процесів у ґрунтах не спостерігалось. Із занепадом тваринницької галузі у 90-ті – 2000-ні роки проблема нестачі органічної речовини у ґрунті та зниження вмісту в ньому гумусу почала набувати загрозливих масштабів.

Саме тоді почали загортати у ґрунт побічну продукцію рослинництва: соломку, полови, стебла та бадилля рослин. Проте цей захід не давав необхідного результату, оскільки вимагав додаткового внесення мінерального азоту для прискорення розкладання біологічної маси мікроорганізмами, а відсутність у достатній кількості комбайнів, які б могли подрібнювати соломку, зумовило неякісний обробіток ґрунту. Тому часто залишену на полі соломку спалювали, наносячи непоправної шкоди ґрунтам.

Проте навіть повністю приорана солома, стерня і половина у ґрунт не компенсувала й третьої частини поживних речовин, вилучених із ґрунту на формування урожаю. Тому використання соломи для поповнення органічних запасів ґрунтів та для припинення деградаційних процесів ґрунтів не дало бажаного результату.

При переході землеробства на інтенсивні технології, які різко обмежили вирощування в сівозміні культур, що накопичують гумус, зокрема бобових і злакових багаторічних трав, зернобобових культур, зумовили зростання обсягів внесення мінеральних добрив та пестицидів, багаторазове використання техніки, що сприяло переущільненню ґрунтів, питання деградації ґрунтів стало найбільш актуальною проблемою сучасного інтенсивного землеробства України. Тому пошук шляхів поповнення ґрунту органічною речовиною набув великої актуальності.

Серед існуючих та найбільш реальних шляхів поповнення органічної речовини ґрунту

чи не найбільш ефективним, простим та дешевим є застосування сидератів [1].

Завдання досліджень — вивчити вплив різних видів післяжнивних сидеральних культур на показники родючості ґрунту.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Сидерати можуть бути важливим джерелом поповнення гумусу й азоту у ґрунті. При урожайності вегетативної маси сидератів 35–40 т/га у ґрунт надійде 150–200 кг азоту, що рівноцінно внесенню 30–40 т/га гною [2].

Особливо цінними є сидерати з бобових культур, здатних збагачувати ґрунт азотом за рахунок фіксації його з атмосфери бульбочковими бактеріями. 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 [3].

Неоднорідні ґрунтово-кліматичні умови України дозволяють вирощувати велике різноманіття сидеральних культур. В умовах достатнього зволоження перевагу необхідно надавати бобовим та капустяним сидератам, у посушливих районах висівають злакові або бобово-злакові сумішки. На бідних піщаних ґрунтах добре ростуть серадела, люпин та фацелія. Карбонатні ґрунти придатні для люпину та буркуну. На бідних та кислих ґрунтах можна вирощувати жито озиме та його різновиди (зеленоукісне, багаторічне), овес, райграс [4].

Швидкість розкладання заробленої сидеральної маси залежить від низки умов. Зокрема, на це впливає вид і вік рослин сидерату, механічний склад і вологість ґрунту, глибина зароблення сидерату. Чим старіша рослина, важчий механічний склад ґрунту і більша глибина загортання сидерального добрива, тим повільніше рослинна маса сидератів розкладається [5].

Для прискорення розкладання рослинної маси сидератів та отримання поживних елементів у доступній для рослин формі глибина заробки сидерату в ґрунт має бути меншою. З метою підвищення вмісту гумусу у ґрунті заробляти рослинну масу сидератів потрібно глибше. При цьому сповільнюється розкладання вегетативної маси сидерату та підвищується коефіцієнт гуміфікації. Глибоке заорювання сидератів особливо важливе на ґрунтах легкого механічного складу [6].

Бобові та капустяні сидерати мають добре розвинену кореневу систему, яка глибоко проникає у ґрунт. Вони здатні засвоювати поживні речовини з нижніх шарів ґрунту, а також фосфор та інші елементи живлення з важкорозчинних сполук. Тому під час розкладання заробленої рослинної маси таких сидератів верхній шар ґрунту збагачується не лише органічними речовинами та рухомими сполуками азоту, а й фосфором, калієм, кальцієм та іншими елементами [7].

Також має значення фаза росту і розвитку заорюваних рослин сидератів. При заорюванні сидератів у ранніх фазах їх росту — до цвітіння дводольних або колосіння злакових, інтенсивніше накопичуються мінеральні поживні речовини у ґрунті, але немає істотного впливу на кількість і якість утворення гумусу, оскільки молода зелена маса рослин сидератів швидко мінералізується і в гумусних сполуках не закріплюється [8].

Стрімка зміна клімату в напрямку посушливості останнім часом суттєво змінила традиційні уявлення щодо різноманіття сидератів та їх біологічних можливостей щодо позитивного впливу на ґрунт та посіви.

Як традиційні, так і малопоширені сидеральні культури за таких умов можуть проявляти себе по-іншому, що вимагає проведення додаткових досліджень. Також доцільно випробувати в якості сидератів нові культури, що добре переносять посушливі періоди, мало-вимогливі до ґрунту.

Різнманітність і специфіка вирощування сидеральних культур в умовах посушливості клімату вимагає теоретичного та технологічного обґрунтування їх вирощування та використання з метою зменшення антропогенного навантаження на довкілля, підвищення продуктивності сівозмін та відтворення органічної складової ґрунтів, що і визначало необхідність проведення досліджень.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідженнями 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 основ.

Експериментальні дослідження проводили впродовж 2018–2021 рр. в умовах ФГ «Зоря Василівки» Тиврівського району Вінницької області на сірих опідзолених ґрунтах. Повторність досліду була чотириразова, розміщення

варіантів — систематичне багатоярусне. Посівна площа ділянки — 30 м<sup>2</sup>, облікова — 25 м<sup>2</sup>.

Проводили наступні спостереження, обліки та вимірювання: визначення показників родючості ґрунту проводили в сертифікованій та акредитованій лабораторії Житомирської філії державної установи «Держґрунтохорона» Міністерства аграрної політики та продовольства України; проби ґрунту відбирали з шару 0–20 см відповідно до ДСТУ ISO 10381-1:2004 [9]. Визначення вмісту в ґрунті гумусу проводили за методом Тюріна відповідно до ДСТУ 4289:2004 [10]; визначення реакції ґрунту рН сольове — іонометрично відповідно до ДСТУ ISO 10390-2001 [11]; визначення гідролітичної кислотності — методом Каппена відповідно до ДСТУ 7537:2014 [12]; визначення вмісту в ґрунті лужногідролізованого азоту — методом Корнфілда за ДСТУ 7863:2015 [13]; визначення вмісту в ґрунті рухомих форм фосфору і калію — методами Чирикова за ДСТУ 4115-2002 [14]; визначення суми ввібраних основ у ґрунті — за Каппеном-Гільковіцем; визначення висоти рослин сидератів — у трьох повтореннях у кінці вегетації; облік густоти рослин сидератів — на визначених площадках розміром 1 м<sup>2</sup> у кінці вегетації; облік урожаю зеленої маси сидератів — суцільним способом шляхом скошування і зважування всієї зеленої маси з облікової ділянки [15]; кореляційно-регресійний аналіз — на основі математичної обробки одержаних результатів на комп'ютері з використанням сучасних пакетів програм Excel, Sigma, Statistika.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Досліджувані сидеральні культури вегетували до пізньої осені та були зароблені у ґрунт у наступні фази росту і розвитку: пшениця озима — кушення; ячмінь ярий — кушення — вихід у трубку; горох — бутонізація; ріпак озимий — початок цвітіння. Аналіз густоти рослин сидератів показав найбільшу щільність рослин ріпаку озимого — 39 шт./м<sup>2</sup>. Найменша густина серед досліджуваних сидератів була характерна для пшениці озимої — 18 шт./м<sup>2</sup> (табл. 1).

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



Таблиця 1

Сформована вегетативна маса сидеральних культур,  $n = 4$ ,  $M \pm m$ 

Сидерат	Густота рослин, шт./м <sup>2</sup>	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

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень.

та ячменю ярого була приблизно однаковою — 23,1–23,5 т/га, що було на 28,8–30,0% менше, ніж урожайність вегетативної маси ріпаку озимого.

Отже, серед досліджуваних сидератів найбільшу вегетативну масу формує ріпак озимий, що визначається найбільшою висотою та густиною рослин.

Використання сидератів: пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого, що вирощуються в умовах інтенсивного землеробства, мало позитивний вплив на зміну показників родючості ґрунту порівняно з варіантом без вирощування сидератів. До основних показників родючості ґрунту належать: вміст гумусу, азоту лужногідролізованого, фосфору рухомого, калію обмінного, реакція ґрунту рН, кислотність гідролітична, сума ввібраних основ та інші.

Зокрема, на варіанті без вирощування сидератів вміст гумусу становив 2,30%. Вирощування сидератів сприяло підвищенню вмісту гумусу у ґрунті за ротацію сівозміни на 0,11–0,14%. Найбільше зріс вміст гумусу на варіанті вирощування сидератів гороху та ріпаку озимого, а найменше — ячменю ярого. Загалом, найвищий вміст гумусу був виявлений на варіанті вирощування сидерату гороху та ріпаку озимого — по 2,44%, а найменший — при

вирощуванні сидерату ячменю ярого — 2,41% (табл. 2).

За вмістом гумусу всі досліджувані варіанти знаходилися в діапазоні «середнього вмісту» (2,1–3,0%).

Вміст азоту лужногідролізованого на варіанті без вирощування сидератів становив 118 мг/кг. При вирощуванні сидератів вміст лужногідролізованого азоту у ґрунті зріс на 1,7–7,1%. Найістотніше збільшився вміст лужногідролізованого азоту у ґрунті після вирощування сидерату гороху, а найменше — після ячменю ярого та ріпаку озимого. Найвищий вміст азоту лужногідролізованого був встановлений у ґрунті, де вирощували сидерат горох — 127 мг/кг, а найменший — після вирощування сидератів ячменю ярого та ріпаку озимого — по 120 мг/кг. За вмістом лужногідролізованого азоту у ґрунті всі досліджувані варіанти перебували в діапазоні «низький вміст» (100–150 мг/кг).

Концентрація рухомого фосфору на контрольному варіанті без вирощування сидератів становила 622 мг/кг та була найвищою серед усіх досліджуваних варіантів, де вирощували сидерати. На варіантах із вирощуванням сидеральних культур вміст рухомого фосфору у ґрунті зменшився на 16,4–18,0%. Найменше зниження вмісту фосфору рухомого у ґрунті, порівняно з варіантом без використання сиде-

Таблиця 2.

Вплив сидератів на показники родючості ґрунту,  $n = 4$ ,  $M \pm m$ 

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

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень.

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 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» (120–180 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 слабку кислотну 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).

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 найбільша і становила 1,72 мг-екв./100 г.

Сума ввібраних основ ґрунту на варіанті без вирощування сидератів була найвища 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.

Отже, 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.

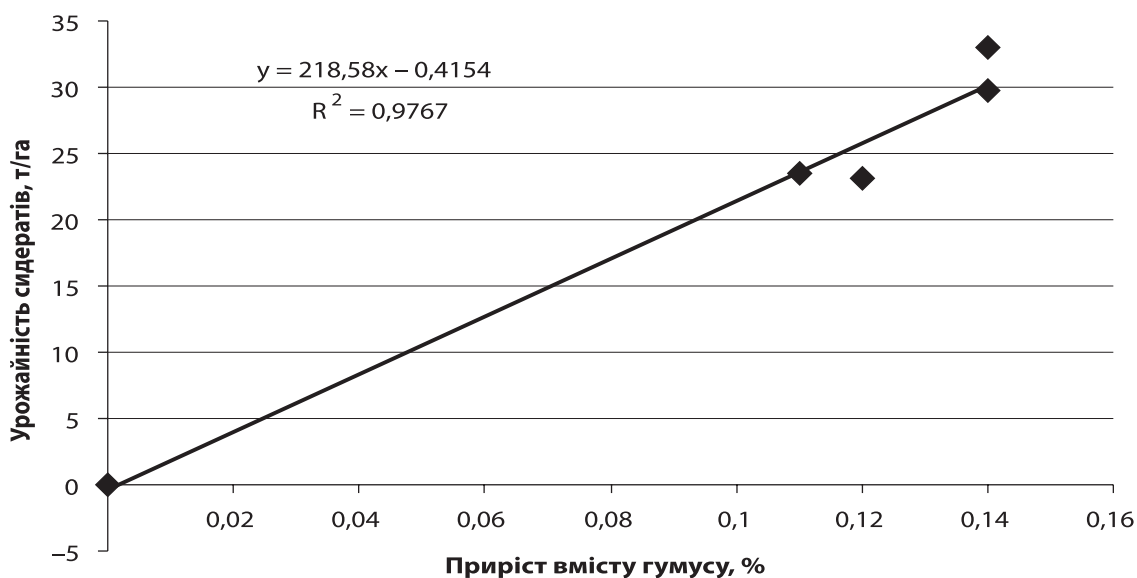
Таким чином, вирощування сидератів пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого сприяє підвищенню вмісту гумусу у ґрунті на 0,11–0,14%, азоту лужногідролізованого — на 1,7–7,1%, калію обмінного — на 27,4–32,2%, проте зниженню вмісту фосфору рухомого на 16,4–18,0%, підкисленню реакції ґрунтового 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 основ. Вирощування сидерату ріпаку озимого дозволяє найбільше підвищити вміст гумусу у ґрунті, калію обмінного, але зумовлює найменше зростання вмісту лужногідролізованого азоту, най-

більше підкислення реакції ґрунтового розчину рН та збільшує гідролітичну кислотність. Вирощування сидерату пшениці озимої забезпечує найбільше зростання вмісту у ґрунті фосфору рухомого, найбільше знижує величину гідролітичної кислотності, але дозволяє отримати найменший приріст калію обмінного у ґрунті та найнижче значення суми ввібраних основ. Ячмінь ярий як сидерат забезпечує найменший

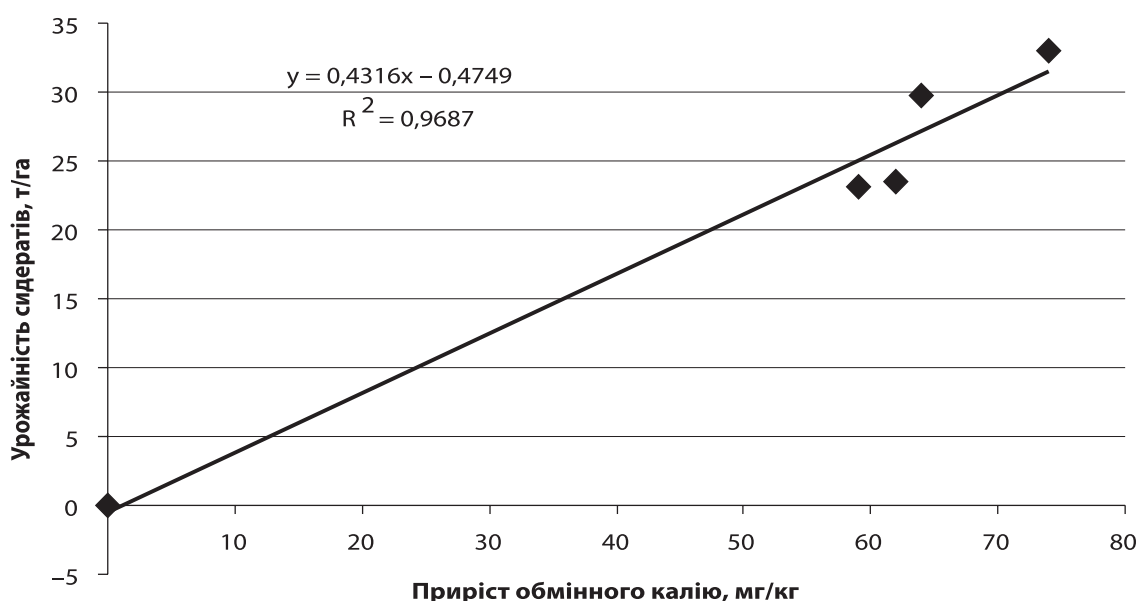
приріст вмісту гумусу у ґрунті та азоту лужногідролізованого, найменший вміст фосфору рухомого, проте найбільш нейтральну реакцію ґрунту рН порівняно з іншими досліджуваними сидеральними культурами.

Між урожайністю вегетативної маси рослин сидератів та їх впливом на зростання вмісту гумусу у ґрунті встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок  $r = 0,988$ . Діа-



**Рис. 1.** Кореляційно-регресійна залежність між приростом вмісту гумусу у ґрунті (x) та урожайністю сидератів (y)

Джерело: розроблено авторами на основі власних досліджень.



**Рис. 2.** Кореляційно-регресійна залежність між приростом вмісту обмінного калію у ґрунті (x) та урожайністю сидератів (y)

Джерело: розроблено авторами на основі власних досліджень.

грама 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.

## ВИСНОВКИ

Вегетативна маса сидератів пшениці озимої, ячменю ярого, ріпаку озимого та гороху, зароблена у ґрунт у післязливних посівах,

сприяє підвищенню вмісту гумусу на 0,11–0,14%, азоту лужногідролізованого — на 1,7–7,1%, калію обмінного — на 27,4–32,2%. Найвищий вміст гумусу у сірому опідзоленому ґрунті забезпечують горох та ріпак озимий — по 2,44%, азоту лужногідролізованого — 127 мг/кг — горох, фосфору рухомого — 520 мг/кг — пшениця озима, калію обмінного — 230 мг/кг — ріпак озимий, найбільшу суму вибраних основ — 16,8 мг-екв./100 г — горох, найменшу гідролітичну кислотність — 1,60 мг-екв./100 г — пшениця озима, найвище значення рН 5,85 — ячмінь ярий.

Встановлено сильний позитивний кореляційно-регресійний зв'язок між зростанням вегетативної маси сидеральних культур та підвищенням вмісту гумусу у ґрунті ( $r = 0,988$ ), між зростанням вегетативної маси сидеральних культур та підвищенням вмісту обмінного калію у ґрунті ( $r = 0,984$ ) та середній позитивний кореляційно-регресійний зв'язок між зростанням вегетативної маси сидеральних культур та підвищенням вмісту лужногідролізованого азоту у ґрунті ( $r = 0,534$ ). Це вказує на те, що чим більша вегетативна маса сидератів формується, тим більше зростає у ґрунті вміст гумусу та основних поживних речовин.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Шувар І. Сидерація — невід'ємна складова біологічного землеробства. *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 1–2. С. 21–23.
2. Цюк О.А. Вплив органічних добрив на родючість ґрунту. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2009. Вип. 1. С. 60–67.
3. Бульо В.С., Сорочинський В.В., Оліфір Ю.М. Роль нетрадиційних органічних добрив у регулюванні родючості сірих лісових ґрунтів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2008. Вип. 50. С. 12–20.
4. Серединський С.М. Критерії відбору сидеральних культур для Західного Лісостепу. *Агроекологічний журнал*. 2007. № 4. С. 52–56.
5. 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.
6. Перспективи застосування зеленого добрива (сидератів) на Хмельниччині: методичні рекомендації. Самчики: Хмельницька ДСГДС ІКСГП НААН, 2013. 24 с.
7. Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Вміст поживних речовин у ґрунті після удобрення сидеральних парів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2016. Вип. 85. С. 65–71.
8. Друз'як В.Г., Робу В.Т., Кириленко В.М. Перспективи застосування сидеральних культур в сівозінах Південного Степу. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2008. Вип. 46. С. 77–84.
9. ДСТУ ISO 10381-1:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб. [Чинний від 2006.04.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 36 с.
10. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2008.01.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 16 с.
11. ДСТУ ISO 10390: 2001. Якість ґрунту. Визначення рН. [Чинний від 2003.01.01]. К.: Держстандарт України, 2003. 14 с.
12. ДСТУ 7537:2014. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності. [Чинний від 2015.01.01]. К.: Мін-економрозвитку України, 2015. 10 с.
13. ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016.01.01]. К.: УкрНДНЦ, 2016. 9 с.
14. ДСТУ 4115-2002. ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003.01.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2003. 12 с.
15. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / Під ред. А.О. Бабича. Вінниця, 1994. 96 с.

## INFLUENCE OF SIDERATES ON SOIL FERTILITY

**Razanov S.**

Doctor of Agricultural Sciences,  
Professor of Ecology and Environmental Protection  
Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia, Ukraine)  
e-mail: razanovaalla68@gmail.com;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4883-2696>

**Tkachuk O.**

Doctor of Agricultural Sciences,  
Associate Professor of Ecology and Environmental Protection  
Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia, Ukraine)  
e-mail: tkachukop@ukr.net;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0647-6662>

**Ovcharuk V.**

Postgraduate student  
Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia, Ukraine)  
e-mail: ovcharukvitaly1994@gmail.com;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9124-6708>

**Ovcharuk I.**

Postgraduate student  
Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia, Ukraine)  
e-mail: ovcharukvitaly1994@gmail.com;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5485-3218>

*The aim is to study the influence of different types of postharvest green manure crops on soil fertility indicators. The research was supposed to study the effect of growing postharvest greens: winter wheat, spring barley, peas and winter oilseed rape on soil fertility: humus content, alkaline hydrolyzed nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium, soil reaction and soil acidity. Experimental studies were conducted during 2018–2021 in the conditions of FG "Zorya Vasylivka" Tyvriv district of Vinnytsia region on gray podzolic soils. In the option without growing greens, the humus content was 2.30%. Growing green manures contributed to the increase of humus content in the soil during crop rotation by 0.11–0.14%. The content of humus increased the most in the variant of growing green peas and winter rape, and the least — in spring barley. In general, the highest humus content was found in the variant of growing green peas and winter rape — 2.44%, and the lowest — in the cultivation of spring barley green — 2.41%. The alkaline nitrogen content in the option without growing greens was 118 mg/kg. When growing greens, the content of alkaline hydrolyzed nitrogen in the soil increased by 1.7–7.1%. The alkaline nitrogen content in the option without growing greens was 118 mg/kg. When growing greens, the content of alkaline hydrolyzed nitrogen in the soil increased by 1.7–7.1%. The content of alkaline hydrolyzed nitrogen in the soil increased the most after growing green peas, and the least after spring barley and winter rape. The highest content of alkaline hydrolyzed nitrogen was found in the soil where green peas were grown — 127 mg/kg, and the lowest — after growing green barley green manure and winter rape — 120 mg/kg. The concentration of mobile phosphorus in the control variant without growing greens was 622 mg/kg and was the highest among all studied variants where greens were grown. In the variants with the cultivation of green manure crops, the content of mobile phosphorus in the soil decreased by 16.4–18.0%. The smallest decrease in the content of mobile phosphorus in the soil, compared to the option without the use of green manure, was found in the variant of growing green wheat green manure, and the largest decrease — in the variant of growing green barley green manure. The soil of the variant without growing green manure contained exchangeable potassium 156 mg/kg. The cultivation of greens contributed to the increase in the content of exchangeable potassium in the soil by 27.4–32.2%. The largest increase in the content of potassium exchange in the soil was found in the variant of growing winter rape green manure, and the smallest — in the cultivation of winter wheat. The reaction of the soil pH on the option without growing greens was 6.05 pH. Variants with green manure cultivation were marked by a decrease in the reaction value of the soil solution by 0.2–0.5 pH. This indicates acidification of the soil when growing greens. The greatest acidification of the soil is observed after growing green rape green manure, and the least — after spring barley green manure. The hydrolytic acidity of the soil in the variant without green manure cultivation and in the cultivation of winter wheat green manure was the same and amounted to 1.60 mg-eq./100 g. In other variants of green manure cultivation, the hydrolytic acidity of the soil increased by 3.0–7.0%. The largest increase in hydrolytic acidity was found in the variant of growing winter rape green manure, where the actual hydrolytic acidity of the soil was the highest and amounted to 1.72 mg-eq./100 g.*

**Keywords:** greens, soil, humus, nutrients, acidity.

## REFERENCES

1. Shuvar, I. (2014). Syderatsiia — nevidiemna skladova biolohichnoho zemlerobstva [Sideration — an integral part of organic farming]. *Ahrobiznes shodni — Agribusiness today*, 1–2, 21–23 [in Ukrainian].
2. Tsiuk, O.A. (2009). Vplyv orhanichnykh dobryv na rodiuchist ґruntu [Influence of organic fertilizers on fertility soil]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN» — Collection of scientific works of NSC «Institute of Agriculture UAAS»*, 1, 60–67 [in Ukrainian].
3. Bulo, V.S., Sorochynskiy, V.V. & Olifir, Yu.M. (2008). Rol netradytsiinykh orhanichnykh dobryv u rehulivanni rodiuchosti sirykh lisovykh ґruntiv. [The role of non-traditional organic fertilizers in regulating the fertility of gray forest soils]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo — Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, 50, 12–20 [in Ukrainian].
4. Seredynskiy, S.M. (2007). Kryterii vidboru syderalnykh kultur dlia Zakhidnoho Lisostepu [Criteria for selection of green manure crops for Western Forest-Steppe]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 4, 52–56 [in Ukrainian].
5. Hospodarenko, H.M. & Lysianskiy, O.L. (2015). Vplyv syderalnykh pariv na vrozhai pshenytsi ozymoi na chornozemi opidzolenomu Pravoberezhnoho Lisostepu [Influence of green manure vapors on winter wheat yield on chernozem podzolic Right Bank Forest-Steppe]. Current issues of agriculture in the context of climate change 15: *zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh (Kherson, 24 kvitnia 2015 r. — Proceedings of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists*. (pp. 29–31) Kherson: IZZ [in Ukrainian].
6. *Perspektyvy zastosuvannya zelenoho dobryva (syderativ) na Khmelnychchyni: metodychni rekomendatsii. Samchyky: Khmelnytska DSHDS IKSHP NAAN [Prospects for the use of green manure (greens) on Khmelnytsky region: methodical recommendations]*. (2013). Samchyky: Khmel'nyts'ka DS·HDS IKS·HP NAAN [in Ukrainian].
7. Hospodarenko, H.M. & Lysianskiy, O.L. (2016). Vmist pozhyvnykh rehovyn u ґrunti pislia udobrenykh syderalnykh pariv. [The content of nutrients in the soil after fertilized green manure]. *Ahrokhimiia i ґruntoznavstvo — Agrochemistry and soil science*, 85, 65–71 [in Ukrainian].
8. Druziak, V.H., Robu, V.T. & Kyrylenko, V.M. (2008). Perspektivy zastosuvannya syderalnykh kultur v sivozminakh Pivdennoho Stepu [Prospects for the use of sidereal crops in crop rotations of the Southern Steppe]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria — Agrarian Bulletin of the Black Sea Coast*, 46, 77–84 [in Ukrainian].
9. *Yakist ґruntu. Vidbyrannia prob. Chastyna 1. Nastanovy shchodo skladannia prohram vidbyrannia prob [Soil quality. Sampling. Part 1. Guidelines for sampling programs]*. (2004). DSTU ISO 10381-1:2004 from 1<sup>st</sup> April 2006. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
10. *Yakist ґruntu. Metody vyznachennia orhanichnoi rehovyny [Soil quality. Methods for determining organic matter]*. (2008). DSTU 4289:2004 from 1<sup>st</sup> January 2008. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
11. *Yakist ґruntu. Vyznachennia pH. [Soil quality. Determination of pH]*. (2003). DSTU ISO 10390: 2001 from 1<sup>st</sup> January 2003. K.: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
12. *Yakist ґruntu. Vyznachennia hidrolitychnoi kyslotnosti [Soil quality. Determination of hydrolytic acidity]*. (2015). DSTU 7537:2014 from 1<sup>st</sup> January 2015. K.: Minekonomrozvytku Ukrainy [in Ukrainian].
13. *Yakist ґruntu. Vyznachennia lehkohidrolizovanoho azotu metodom Kornfilda [Soil quality. Determination of easily hydrolyzed nitrogen by the Cornfield method]*. (2016). DSTU 7863:2015 from 1<sup>st</sup> January 2016. K.: UkrNDNTs [in Ukrainian].
14. *ґruntu. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliuu za modyfikovanyim metodom Chyrykova [Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by the modified Chirikov method]*. (2013). DSTU 4115-2002 from 1<sup>st</sup> January 2003. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
15. Babych, A.O. (1994). *Metodyka provedennia doslidiv po kormovyrobnytstvu [Methods of conducting experiments on feed production]*. Vinnytsia [in Ukrainian].

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Разанов Сергій Федорович**, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008; e-mail: razanovaalla68@gmail.com; тел. +380963532512; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4883-2696>)

**Ткачук Олександр Петрович**, доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008; e-mail: tkachukor@ukr.net; тел. +380679546095; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0647-6662>)

**Овчарук Віталій Віталійович**, аспірант кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008; e-mail: ovcharukvitaly1994@gmail.com; тел. +380962361619; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9124-6708>)

**Овчарук Іванна Іванівна**, аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008; e-mail: ovcharukvitaly1994@gmail.com; тел. +380674185294; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5485-3218>).