

ISSN 2311-1828

Перша заповідь землероба:
«Збереження довкілля і ґрунту як джерела
родючості для майбутніх поколінь»

№3(17)
2020

ІНЖЕНЕРІЯ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

90
років
ХНТУСГ
ім. П.Василенка

120
років
Петру Мефодійовичу
Василенку

Харків

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНЖЕНЕРІЯ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ»

SCIENTIFIC JOURNAL «ENGINEERING OF NATURE MANAGEMENT»

Журнал «Інженерія природокористування» містить оглядові статті та результати досліджень у відповідності із рубриками:

- Енергозбереження і альтернативна енергетика.
- Енергопостачання в мережах з комбінованою генерацією.
- Мобільні і стаціонарні енергозасоби та їх елементи.
- Транспортні процеси агропромислового комплексу.
- Інтенсивні та екологічно ощадні технології рослинництва.
- Техніка і технології тваринництва.
- Інженерія використання та відновлення довкілля.
- Механіка агротехнологічних матеріалів.
- Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції.
- Конструкція і теорія сільськогосподарських машин.
- Ефективність використання машин в землеробстві.
- Мехатроніка і цифрові технології природовикористання.
- Автоматизація та інформаційні технології в природокористуванні.
- Якість, стандартизація, безпека, екологічність та ергономічність машин і технологій.

Журнал призначений для виробників, викладачів, наукових співробітників, аспірантів і студентів, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

Засновник: Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка.

Журнал виходить 4 рази на рік. Мова видання: українська, російська, англійська.

Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного технічного університету ім. П. Василенка (протокол №7 від 24.09.2020).

Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України № 1328 від 21.12.2015.

ISSN 2311-1828

© Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, 2020.

The scientific journal «Engineering of nature management» contains review papers and research results in accordance with sessions:

- Energy saving and alternative power engineering.
- Power supply in networks with combined generation
- Mobile and stationary power units and their elements.
- Transport processes of agro-industrial complex.
- Intensive and environmentally saving crop growing technologies.
- Engineering and technologies in livestock.
- Engineering of use and restoration of environment.
- Mechanics of agrotechnological materials.
- Processing and storage of agricultural products.
- Construction and theory of agricultural machines.
- Efficiency of application of machinery in agriculture.
- Mechatronics and digital technology of natural resources management.
- Automation and information technology and nature management.
- Quality, standardization, safety, environmentalism and ergonomics of machines and technologies.

The journal is designated for manufacturers, teachers, researchers, postgraduate students and students who specialize in relative or corresponding fields of science and production directions.

Founder: Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture.

The journal is released 4 times a year. Languages of publication: Ukrainian, Russian and English.

Approved for publication by decision of Academic council of Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture (protocol №7 від 24.09.2020).

The journal included in the list of scientific professional publications of Ukraine under the Ministry of Education and Science of Ukraine of 21-12-2015 № 1328.

ISSN 2311-1828

© Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, 2020.

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Мельник В.І.**, д. т. н., академік АНВО України (Харків, Україна).

Заступник головного редактора – **Лук'яненко В.М.**, к. т. н., доцент (Харків, Україна).

Відповідальний секретар – **Чигрина С.А.**

Члени редакційної колегії:

Войтов В.А., д. т. н., проф. (Харків, Україна) – транспортні процеси агропромислового комплексу і механіка агротехнологічних матеріалів;

Шуляк М.Л., д. т. н., доц., (Харків, Україна) – мобільні і стаціонарні енергоспособи та їх елементи;

Антощенков Р.В., д. т. н., доц., (Харків, Україна) – мехатроніка і цифрові технології природокористування;

Мегель Ю.Є., д. т. н., проф., (Харків, Україна) – мехатроніка і цифрові технології природокористування;

Адамчук В.В., д. т. н., проф., академік НААН України (Глеваха, Київська обл., Україна) – інтенсивні та екологічно ощадні технології рослинництва;

Булгаков В.М., д. т. н., проф., академік НААН України (Київ, Україна) – конструкція і теорія сільськогосподарських машин;

Надикто В.Т., д. т. н., проф., чл.-кор. НААН України (Мелітополь, Україна) – ефективність використання машин в землеробстві;

Подригало М.А., д. т. н., проф., академік АНВО України (Харків, Україна) – мобільні і стаціонарні енергоспособи та їх елементи;

Толочко М.К., д. ф.-м. н., проф., (Мінськ, Білорусь) – механіка агротехнологічних матеріалів;

Ужик В.Ф., д. т. н., проф. (Белгород, Росія) – техніка і технології тваринництва;

Дімітров Л.В., д. т. н., проф. (Софія, Болгарія) – ефективність використання машин в землеробстві;

Алтибасв А.Н., д. т. н., доц., академік МАІН (Алмати, Казахстан) – мехатроніка і цифрові технології природокористування;

Сергієнко О.Ю., к.т.н., проф. (Мехікалі, Мексика) – мехатроніка і цифрові технології природокористування;

Меркореллі П., к.т.н., проф. (Люнебург, Німеччина) – мехатроніка і цифрові технології природокористування.

Лісиченко М.Л., д. т. н., проф. (Харків, Україна) – автоматизація та інформаційні технології і природокористуванні;

Мірошнік О.О., д. т. н., проф. (Харків, Україна) – енергопостачання в мережах з комбінованою генерацією;

Тимчук С.О., д. т. н., проф. (Харків, Україна) – автоматизація та інформаційні технології і природокористуванні;

Editorial Board:

Editor-in-Chief – **Melnyk V.I.**, Full Doctor (Engr.), Member of Higher Education Academy of Sciences of Ukraine (Kharkiv, Ukraine).

Associate Editor – **Lukianenko V.M.**, PhD (Engr.), Associate Professor (Kharkiv, Ukraine).

Executive Secretary – **Chygryna S.A.**

Editorial Staff:

Voitov V.A., Full Doctor (Engr.), Professor (Kharkiv, Ukraine) – transport processes of agro-industrial complex and mechanics of agrotechnological materials;

Shulyak M.L., Full Doctor (Engr.), Associate Professor (Kharkiv, Ukraine) – mobile and stationary power units and their elements;

R.V.Antoshchenkov R.V., Full Doctor (Engr.), Associate professor (Kharkiv, Ukraine) – mechatronics and digital technology of natural resources management;

Megel Yu.E., Full Doctor (Engr.), Professor (Kharkiv, Ukraine) – mechatronics and digital technology of natural resources management;

Adamchuk V.V., Full Doctor (Engr.), Professor, Member of Ukrainian Academy of Agrarian Sciences (Hlevakha, Kiev Oblast, Ukraine) – intensive and environmentally saving crop growing technologies;

Bulgakov V.M., Full Doctor (Engr.), Professor, Member of Ukrainian Academy of Agrarian Sciences (Kiev, Ukraine) – construction and theory of agricultural machines;

Nadykto V.T., Full Doctor (Engr.), Professor, Member Correspondent of Ukrainian Academy of Agrarian Sciences (Melitopol, Ukraine) – efficiency of application of machinery in agriculture;

Podrigalo M.A., Full Doctor (Engr.), Professor, Member of Higher Education Academy of Sciences of Ukraine (Kharkiv, Ukraine) – mobile and stationary power units and their elements;

Tolochko N.K., Full Doctor (Engr.), Professor (Minsk, Belarus) – mechanics of agrotechnological materials;

Uzhik V.F., Full Doctor (Engr.), Professor (Bielhorod, Russia) – engineering and technologies in livestock;

Dimitrov L.V., Full Doctor (Engr.), Professor (Sofia, Bulgaria) – efficiency of application of machinery in agriculture;

Altybayev A.N., Full Doctor (Engr.), Associate professor, Member of International Information Academy (Almaty, Kazakhstan) – mechatronics and digital technology of wildlife management;

Sergiyenko O.Yu., PhD (Engr.), Professor (Mexicali, Mexico) – mechatronics and digital technology of natural resources management;

Mercorelli P., PhD (Engr.), Professor (Luneburg, Germany) – mechatronics and digital technology of natural resources management.

Lisichenko M.L., Full Doctor (Engr.), Professor (Kharkiv, Ukraine) automation and information technology and nature management;

Miroshnik O.O., Full Doctor (Engr.), Professor (Kharkiv, Ukraine) – power supply in networks with combined generation;

Tymchuk S.O., Full Doctor (Engr.), Professor (Kharkiv, Ukraine) – automation and information technology and nature management;

Кунденко М.П., д. т. н., проф. (Харків, Україна)
– енергозбереження і альтернативна енергетика;

Шевченко С.Ю., д. т. н., проф. (Харків, Україна)
– енергопостачання в мережах з комбінованою генерацією;

Красовський Е., д. т. н., проф. Польської Академії Наук (Люблін, Польща) – механіка агротехнологічних матеріалів;

Адреса редакції:

*ННІ МСМ, ХНТУСГ ім. П. Василенка,
просп. Московський 45, Харків,
Україна, 61050*
Тел.: +38 (057) 732-86-40
Сайт: <http://enm.khntusg.com.ua>
E-mail: enm.journal@gmail.com

Kundenko M.P., Full Doctor (Engr.), Professor
(Kharkiv, Ukraine) – energy saving and alternative power engineering;

Shevchenko S.Yu., Full Doctor (Engr.), Professor
(Kharkiv, Ukraine) – power supply in networks with combined generation;

Krasowski E., Professor dr hab. Polish Academy of Sciences Scientific (Lublin, Poland) – mechanics of agrotechnological materials;

Editorial address:

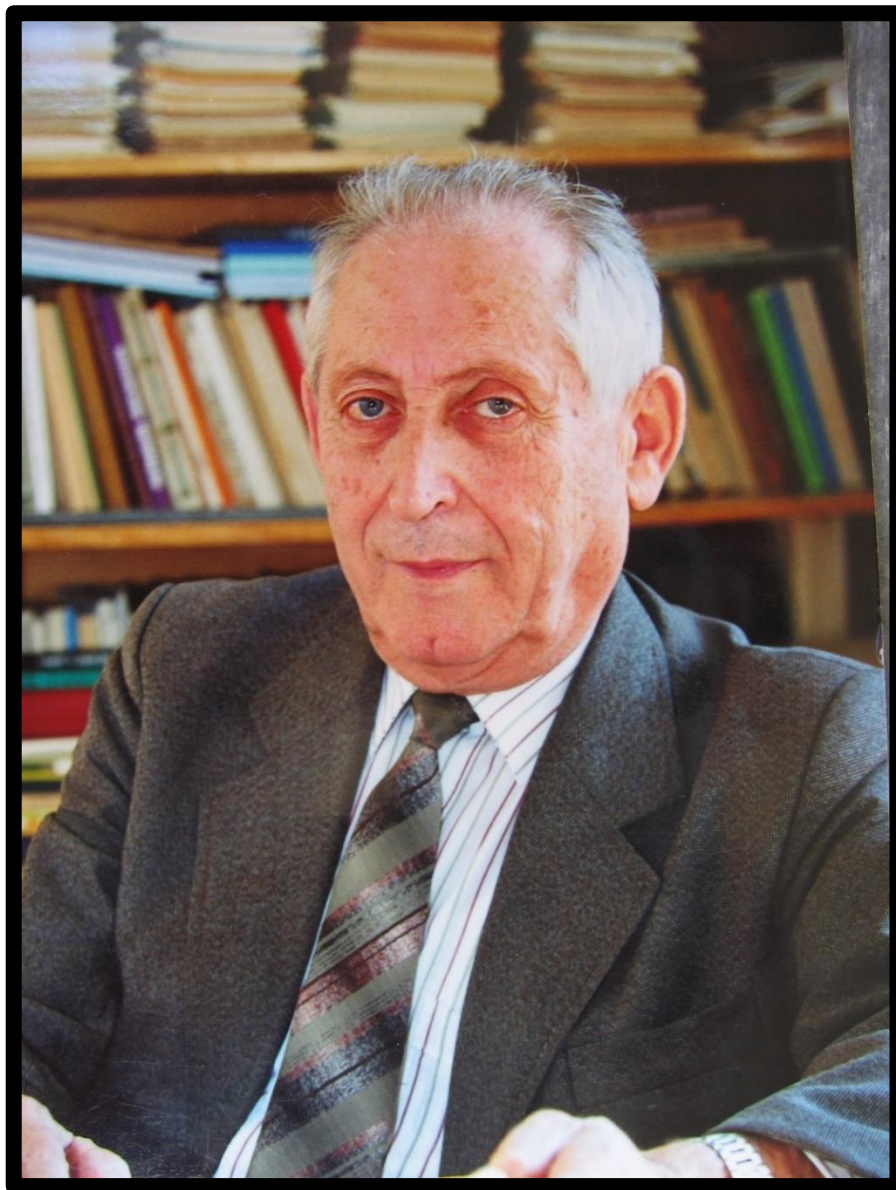
ERI MSM, KhNTUA,
*prospect Moskovskii, 45, Kharkiv,
Ukraine, 61050*
Tel.: +38 (057) 732-86-40
Site: <http://enm.khntusg.com.ua>
E-mail: enm.journal@gmail.com

... ЗМІСТ ...
... CONTENT ...

Шейченко В.О., Горбовий А.Ю., Дідух В.Ф., Кравчук В.І., Налобіна О.О., Толстушко М.М., Толстушко Н.О., Шевчук В.В., Пушка О.С., Єременко О.І. Пам'яті Гедаля Абрамовича Хайліса	7
... Енергозбереження і альтернативна енергетика Energy saving and alternative power engineering ...	
Струнін І.В. Доцільність використання АДЕ та розробка системи автоматизованого управління енергоресурсами підприємств	9
Єременко О.І., Василенков В.Є., Руденко Д.Т. Дослідження процесу брикетування біомаси шнековим механізмом	15
... Мобільні і стаціонарні енергозасоби та їх елементи Mobile and stationary power units and their elements ...	
Артьомов М.П. Навантаження на колеса від зміни вертикальних прискорень в процесі руху	23
... Інтенсивні та екологічно ощадні технології рослинництва Intensive and eco-savings crop production technologies ...	
Мельник В.І., Романашенко О.А., Циганенко М.О., Фесенко Г.В., Калюжний О.А., Качанов В.В., Романашенко І.О. Використання органічних добрив: економічно–екологічні аспекти	29
Бакум М.В., Кречот М.М., Михайлов А.Д.З, Козій О.Б., Майборода М.М., Пузік В.К., Чалая О.С., Безпалько В.В., Панкова О.В., Гробов В.О. Лабораторно-польові дослідження ефективності впливу сортування насіння за розмірами на урожайність сафлору	35
Тимчук В.М., Халін С.Ф., Осипова Л.С. Підходи оцінки формування агротехнологій	41
... Техніка і технології тваринництва Engineering and technologies in livestock ...	
Хмельовський В.С. Удосконалення конструкції вакуумного насоса для доїльних агрегатів	48
... Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції Processing and storage of agricultural products ...	
Гаск Є.А. Підвищення ефективності роботи зерноочисної техніки від шкідливого	53
... Конструкція і теорія сільськогосподарських машин Construction and theory of agricultural machines ...	
Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Гуменюк Ю.О., Сівак І.М. Розвиток наукових ідей Академіка П.М. Василенка діяльності кафедри що носить його ім'я	58
Прасолов Є.Я., Рижкова Т.Ю., Величко К.С. Особливості модернізації гідро-пневматичного висівного апарату	65

Курило В.Л., Пришляк В.М. Оптимізація параметрів робочих органів машин для вирощування та збирання цукрових буряків	70
Калюжный О.Д., Романашенко О.А., Колодяжний І.О. Оцінка розмірних і якісних параметрів роботи горизонтального дискового дозатора	76
Нетецкий Л.Г., Калюжный А.Д., Ростовский И.Р. Математические исследования траектория полета капли жидкости	81
Гапонова О.П. Дослідження якості сульфолітованих покриттів на сталевих поверхнях, отриманих методами електроіскрового легування	86
*** Ефективність використання машин в землеробстві *** *** Efficiency of application of machinery in agriculture ***	
Мельник В.И., Анисеев А.И., Чигрина С.А., Шуляк М.Л., Купин А.А. Методика создания математической модели виртуального машинно-тракторного агрегата	94
*** Мехатроніка і цифрові технології природокористування *** *** Mechatronics and digital technology of natural resources management ***	
Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Лівіцький О.М., Головатий А.О., Дьяченко В.О. Принципи побудови та функціонування кіберфізичної системи технічного сервісу автотранспортної та мобільної сільськогосподарської техніки	101
Плугина Т.В., Ефименко А.В., Нечитайло Ю.А. Модель мехатронной системы управления исполнительным органом ЗТМ с GPS-интенсификатором	111
*** Якість, стандартизація, безпека, екологічність та ергономічність машин і технологій *** *** Quality, standardization, safety, environmental and ergonomic properties of machines and techniques ***	
Чумаченко С.М., Барбашин В.В., Маринін А.І., Мошенський А.О., Струнін І.В. Аналіз існуючих підходів для оцінки ефективності в предметній галузі авіаційного пошуку та рятування	118
Чумаченко С.М., Черепньов І.А., Маринін А.І., Мошенський А.О., Струнін І.В. Особливості вибору методу для експертного оцінювання ефективності системи авіаційного пошуку і рятування	128
Камишенцев Г.В., Соловйов І.І., Белюченко Д.Ю., Стрілець В.В. Інформаційно-технічний метод попередження надзвичайних ситуацій шляхом комплексного використання систем акустичного контролю в контексті процесу функціонування системи «надзвичайна ситуація – аварійно-рятувальні роботи – рятувальник»	133
*** Інформація *** *** Information ***	
Правила для авторів	140

Пам'яті Гедаля Абрамовича Хайліса



27 вересня 2020 року на 92 році життя перестало битися серце видатного вченого і надзвичайно чутливої людини – Гедаля Абрамовича Хайліса, доктора технічних наук, професора, Заслуженого діяча науки і техніки України, академіка Інженерної академії України, професора кафедри агроінженерії Уманського національного університету садівництва.

Г.А. Хайліс народився 15 жовтня 1928 р. в м. Сорока у сім'ї бондаря. В 1952 р. із відзнакою закінчив факультет механізації сільського господарства Московського інституту механізації та електрифікації сільського господарства. Свій трудовий шлях розпочав на посаді інженера машино-випробувальної станції в м. Торжок Калінінської області.

У 1957 р. на запрошення керівництва Всесоюзного науково-дослідного інституту льону (ВНДІЛ) Г.Хайліс перейшов на посаду старшого наукового співробітника відділу механізації.

Г.А. Хайліс у 1959 р. захистив дисертаційну роботу на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук на тему "Дослідження перекочування ведених коліс сільськогосподарських машин", а у 1976 р. докторську дисертацію на тему "Дослідження процесів брання і в'язання стебел у льонозбиральних машинах в Московському інституті інженерів сільськогосподарського виробництва ім. В.П. Горячкіна. Вчене звання професора на кафедрі теорії механізмів і машин йому було присуджено в 1979 р.

З 1981 р. трудова діяльність Г. Хайліса пов'язана з Україною. Спочатку він очолював кафедру теорії механізмів і машин Українського інституту інженерів водного господарства (м. Рівне), а з 1985 р. кафедру сільськогосподарського машинобудування Луцького філіалу Львівського політехнічного інституту (нині Луцький національний технічний університет). Тривалий час був проректором цього університету. У 2007 – 2015 рр. був головним науковим співробітником Українського науково-дослідного інституту прогнозування і випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого, після чого у Луцькому національному технічному університеті був професором кафедри інженерного та комп'ютерного забезпечення АПК. З 2017 р. Г. Хайліс працював в Уманському національному університеті садівництва завідувачем, а потім професором кафедри агроінженерії.

Г. Хайліс є гордістю й окрасою вітчизняної науки з питань механізації сільського господарства, світлою нашої інженерної думки. Усе життя Гедаля Абрамовича було пов'язане з тим, як краще механізувати сільськогосподарські процеси, досліджувати та удосконалювати машини. Учень та гідний продовжувач визначних вчених В.П. Горячкіна та В.О. Желіговського весь свій талант і працю віддав служінню високим ідеалам науки. Інженер за фахом за весь період роботи Г.А. Хайліс здійснив значний внесок у розвиток теоретичних та практичних напрямків дослідження механізмів сільськогосподарських машин, з механіки рослинних матеріалів, з механізації вирощування і збирання льону, сушіння матеріалів та ряду інших питань. Він заснував нову наукову дисципліну "Механіка рослинних матеріалів". За результатами досліджень ним опубліковано понад 500 робіт. В тому числі 20 книг та 140 авторських свідоцтв і

патентів на винаходи. Під його керівництвом та за безпосередньої участі створено льонокомбайни ЛК – 4М, ЛВК – 4Т, ЛК – 4Т, ЛК – 4У та ціла низка іншої техніки. Серед опублікованих ним книг монографія "Элементы теории и расчета льноуборочных машин", "Теория и расчет льноуборочных машин", "Льноуборочные машины", "Механика растительных материалов", "Экспериментальные исследования игольчатой бороны", навчальні посібники "Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин", "Основы проектирования и исследования сельскохозяйственных машин", "Исследование сельскохозяйственной техники и обработки опытных данных", "Сельскохозяйственные материалы (виды, состав, свойства)", витримали не одне видання і добре відомі спеціалістам як нашої держави так і за її межами.

Г.А. Хайліс – науковий керівник багатьох аспірантів і докторантів, ним створена наукова школа, під його керівництвом підготовлено і захищено 43 кандидатських дисертацій, він був науковим консультантом 8 докторських дисертацій.

З усіх прекрасних якостей, властивих Гедалю Абрамовичу, відмітимо його надзвичайну скромність, тактовність, інтелігентність, людяність, доброзичливість і прагнення безкорисно допомогти всім, а насамперед молоді. Саме тому для всієї наукової спільноти Гедаля Абрамовича залишився взірцем наукового керівника, консультанта, принципового, доброзичливого, але безмежно людяного опонента, члена спеціалізованих рад із захисту дисертацій.

Рідні, близькі, науковці, викладачі, випробувачі, розробники сільськогосподарської техніки, друзі і соратники сумують з приводу кончини Гедаля Абрамовича. Світла пам'ять про нього назавжди збережеться у наших серцях. Хай Українська земля, якій вірою і правдою служив учений, буде йому вічним притулком.

**В.О. Шейченко, А.Ю Горбовий, В.Ф. Дідух, В.І. Кравчук, О.О. Налобіна,
М.М. Толстушко, Н.О. Толстушко, В.В. Шевчук, О.С. Пушка, О.І. Єременко**

Оптимізація параметрів робочих органів машин для вирощування та збирання цукрових буряків

В.Л. Курило ¹, В.М. Пришляк ²

Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)
email: ¹ kurilo_v@ukr.net, ² viktor.prishlyak@i.ua

У статті викладено удосконалені агротехнічні заходи вирощування та збирання цукрових буряків, що забезпечують підвищення якості передпосівного обробітку ґрунту, сівби насіння, ефективності дії мінеральних добрив та гербіцидів і, в зв'язку з цим, створення більш сприятливих агрофізичних умов для росту і розвитку рослин, підвищення врожайності цукрових буряків та зменшення витрат на виробництво.

Представлено розроблені технологічні процеси та оптимізовані параметри робочих органів машин для вирощування і збирання цукрових буряків: проведення локального внесення мінеральних добрив, передпосівного обробітку ґрунту та сівби насіння одним агрегатом за один його прохід, боротьбу з бур'янами шляхом обприскування посівів гербіцидами у фазі формування рослинами бур'янів сім'ядоль, пошарового розпушування ґрунту в міжряддях до змикання листя в суміжних рядках, створення необхідних умов для росту і розвитку цукрових буряків та забезпечення елементами живлення рослин протягом періоду вегетації під час найбільшої їх потреби, догляду за рослинами цукрових буряків на важких за механічним складом ґрунтах та після випадання значної кількості опадів і підвищення щільності ґрунту, міжрядного обробітку ґрунту з підгортанням рослин у рядках, збирання буряків з підкопуванням коренеплодів для умов підвищеної щільності і низької вологості. Доцільність інноваційних розробок підтверджена проведеними експериментальними дослідженнями у польових умовах.

Результати досліджень можуть бути використані для удосконалення та оптимізації зональних технологій і технічних засобів для вирощування і збирання цукрових буряків, а також у навчальному процесі під час підготовки майбутніх агроінженерів до інноваційної проектної діяльності.

Ключові слова: оптимізація, параметри, робочі органи, машина, вирощування, збирання, цукрові буряки.

Постановка проблеми. Цукрові буряки є основною цукроносною сільськогосподарською культурою в Україні. Існуючі технології й сучасні технічні засоби, що застосовуються для вирощування та збирання цукрових буряків, не забезпечують необхідної якості виконання технологічних процесів. Зростаючі вимоги обумовлюють необхідність постійного вдосконалення існуючих і створення нових високопродуктивних машин і машинних агрегатів для забезпечення якісного виконання технологічних процесів у буряківництві. Високі норми висіву насіння, зрідженість та забур'яненість посівів, неефективне використання добрив, втрати при збиранні зумовлюють зниження врожайності коренеплодів цукрових буряків, що призводить до значних витрат коштів на їх виробництво. У зв'язку з цим розробка нових і удосконалення існуючих технологічних процесів вирощування та збирання цукрових буряків є актуальною проблемою, що має важливе наукове і практичне значення.

Аналіз останніх досліджень. Передумовою проведення теоретичних і експериментальних наукових досліджень було всебічне вивчення літературних джерел та патентів.

Вивчалися фундаментальні роботи з теорії і розрахунку технічних засобів механізації для буряківництва. Зокрема, великий науковий і практичний інтерес представляють наукові здобутки відомого вченого акад. П.М. Василенка. У монографії [1] зазначено, що Василенко П.М. був безпосереднім керівником і виконавцем цілої низки розробок із створення конструкцій сівалок, технічних засобів для внесення добрив, культиваторів для суцільного та міжрядного обробітку ґрунту, бурякозбиральних машин з обрізанням гички на корені та ін.

Для теоретичного обґрунтування, розрахунку параметрів і проектування технічних засобів механізації для буряківництва використовувалась книга [2], у котрій на високому науковому рівні розглянуто задачі з основ теорії руху частинки чи тіла по фрикційним поверхням, які можуть бути поверхнями робочих або транспортуючих органів сільськогосподарських машин (ґрунтообробних, посівних, збиральних чи ін.).

На різних етапах розвитку сільськогосподарської техніки з'являлись автоматичні пристрої, що відповідали заданим вимогам. Академіком П.М. Василенком у співавторстві з канд. техн.

наук І.І. Василенком узагальнено матеріали з автоматизації сільськогосподарського виробництва [3]. У книзі [3] викладено елементи теорії лінійних систем автоматичного регулювання та розглянуто конструкції основних автоматичних пристроїв, призначених для автоматизації процесів сільськогосподарського виробництва, що, безумовно, доцільно використовувати при проектуванні машин і знарядь для буряківництва.

Зростаючі вимоги до конструкцій машин, конкурентоздатних на ринку сільськогосподарського машинобудування за оптимальними якісними, енергетичними, економічними та екологічними характеристиками обумовлюють необхідність постійного вдосконалення існуючих і створення принципово нових високопродуктивних машин і машинних агрегатів для забезпечення виконання технологічних процесів у буряківництві. Застосування теоретичних методів проектування та дослідження особливостей функціонування машин, розроблених П.М. Василенко і В.П. Василенко [4] дозволяють розв'язувати задачі аналізу та синтезу конструктивно складних машин для вирощування та збирання цукрових буряків.

У монографії [5] викладено основоположні механіко-математичні передумови, що необхідні для вирішення задач аналізу і синтезу параметрів технологічних процесів, які виконуються при вільному та невільному русі частинок і твердих частин сільськогосподарських матеріалів під дією робочих органів машин.

У довіднику з механізації виробництва цукрових буряків [6], котрий підготували автори О.О. Проценко, В.І. Паламарчук, А.М. Козачук, В.С. Глуховський, С.А. Забаштанський, М.М. Зуєв, А.М. Мазуренко, П.В. Савич, В.І. Пиркін, В.Б. Миронов викладено прогресивні технології вирощування високих урожаїв цукрових буряків з мінімальними затратами ручної праці. Вченими даються рекомендації з формування раціонального комплексу машин і підготовки їх до набору та застосування в залежності від виробничих умов бурякосіючих господарств.

Проводився аналітичний огляд і інших літературних джерел, наприклад, [7, 8, 13, 14] і патентний пошук результати котрих показали, що бурякозбиральні технічні засоби не забезпечують необхідної якості вирощування та збирання цукрових буряків, що є підставою для приводом для проведення науково-практичних досліджень із зазначених проблемних питань.

Мета досліджень. Удосконалити технологічні процеси вирощування та збирання цукрових буряків і розробити технічні засоби механізації з оптимальними параметрами, здатними забезпечити ведення буряківництва у конкурентному ринковому середовищі.

Результати досліджень. Для підвищення якості передпосівного обробітку ґрунту, сівби

насіння, ефективності дії мінеральних добрив та гербіцидів і, в зв'язку з цим, створення більш сприятливих агрофізичних умов для розвитку рослин, підвищення врожайності цукрових буряків та зменшення витрат на виробництво вдосконалено спосіб вирощування цукрових буряків [9]. При застосуванні удосконаленого способу вирощування цукрових буряків локальне внесення мінеральних добрив, передпосівний обробіток ґрунту та сівбу насіння проводять одним агрегатом за один його прохід (рис. 1).

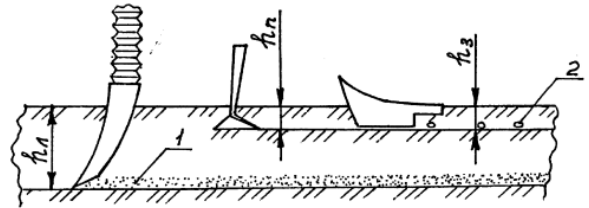


Рис. 1. Схема локального внесення мінеральних добрив, передпосівного обробітку ґрунту та сівби насіння за один прохід агрегату:
 h_n – глибина локального внесення мінеральних добрив (1); h_n – глибина передпосівного обробітку ґрунту; h_3 – глибина загортання насіння (2)

При цьому локальне внесення мінеральних добрив здійснюють на глибину $h_n = 12 \dots 20$ см, яка перевищує глибину загортання насіння $h_3 = 3 \dots 4$ см у 4...5 разів, за співвідношенням $h_n = (4 \dots 5) h_3$. Передпосівний обробіток ґрунту (h_n , см) проводять на глибину загортання насіння, тобто $h_n = h_3 = 3 \dots 4$ см.

За локального внесення мінеральних добрив одночасно з передпосівним обробітком ґрунту та сівбою насіння порівняно із суцільним внесенням зменшується перемішування їх з великим об'ємом ґрунту, що знижує непродуктивні витрати поживних речовин, підвищує їх концентрацію в доступній для цукрових буряків зоні та забезпечує живлення рослин протягом всього періоду вегетації. Це сприяє рівномірному розвитку рослин і підвищенню рівномірності розмірно-масових характеристик коренеплодів, що має важливе значення при вирощуванні цукрових буряків.

Боротьбу з бур'янами за удосконаленого способу вирощування цукрових буряків здійснюють шляхом обприскування посівів гербіцидами у фазі формування рослинами бур'янів сім'ядоль. Це дає можливість підвищити ефективність дії гербіцидів і досягти знищення бур'янів до 93...100% за мінімальних норм їх внесення. При цьому хімічне навантаження на довкілля знижується на 40...60%.

Розпушування ґрунту в міжряддях до змикання листя в суміжних рядках за удосконаленого

способу вирощування цукрових буряків здійснюють пошарово на глибину $H = 10...12$ см шляхом ешелюваного встановлення розпушуючих робочих органів на глибину ходу через кожні 3...4 см ($h_i = 3...4$ см відносно тих, що йдуть попереду) за співвідношенням $h_i = 0,3 H$. Пошарове розпушування ґрунту в міжряддях за такою схемою розстановки робочих органів забезпечує більш ефективне його розпушування з утворенням 65,3% (за масою) агротехнічно корисних часток розміром до 10 мм, або в 2,8 рази більше порівняно з розпушуванням одразу на глибину 10...12 см. Внаслідок цього покращуються агрофізичні умови для розвитку цукрових буряків, що має важливе значення для підвищення їх продуктивності. Пошаровий обробіток ґрунту в міжряддях при догляді за посівами цукрових буряків шляхом ешелюваного встановлення розпушуючих робочих органів на глибину ходу через кожні 3...4 см порівняно з обробітком окремими агрегатами дає можливість зменшити витрати праці на 0,66 люд.-год./га, витрати пального – на 4,3 кг/га.

З метою створення необхідних умов для росту і розвитку цукрових буряків, забезпечення елементами живлення рослин протягом періоду вегетації під час найбільшої їх потреби розроблено спосіб внесення мінеральних добрив [11]. Цей спосіб забезпечує внесення необхідних річних норм елементів живлення та загорання мінеральних добрив у ґрунт на оптимальну глибину при проведенні основного глибокого обробітку ґрунту, обробітку ґрунту під час сівби насіння та при підживленні рослин (рис. 2).

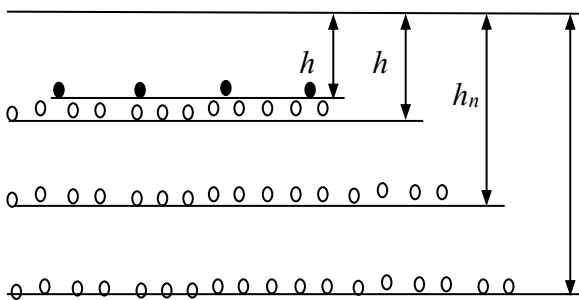


Рис. 2. Схема внесення мінеральних добрив

Згідно з результатами досліджень глибина загорання мінеральних добрив під час сівби насіння (h_c , см) і при підживленні рослин (h_n , см) визначається залежно від глибини їх загорання при проведенні основного обробітку ґрунту ($h_0 = 30...32$ см) за співвідношенням

$$h_n = 2h_c = (0,2 \dots 0,5)h_0. \quad (1)$$

Необхідні річні норми елементів живлення (D , кг/га) розподіляються для внесення при прове-

денні основного глибокого обробітку ґрунту (D_1 , кг/га), під час сівби насіння (D_2 , кг/га) та при підживленні рослин (D_3 , кг/га) за співвідношенням:

$$\begin{aligned} D_1 &= (0,7 \dots 1,0) D; & D_2 &= (0 \dots 0,15) D; \\ D_3 &= (0 \dots 0,25) D \end{aligned} \quad (2)$$

Так, при загоранні мінеральних добрив під час проведення основного обробітку ґрунту на глибину 30 см глибина загорання їх під час сівби насіння становить 3,0...7,5 см, а глибина загорання мінеральних добрив під час підживлення рослин дорівнює 6,0...15,0 см. Це забезпечує удобрення цукрових буряків протягом всього періоду вегетації, необхідну кількість елементів живлення під час найбільшої в них потреби залежно від глибини розміщення кореневої системи.

З метою створення необхідних умов для розвитку рослин цукрових буряків на важких за механічним складом ґрунтах та після випадання значної кількості опадів і підвищення щільності ґрунту розроблено технологічну схему агрегату та спосіб міжрядного обробітку ґрунту з підгоранням рослин у рядках [10]. Запропонований спосіб забезпечує розпушування ґрунту в зоні міжрядь за оптимального співвідношення ширини смуги розпушування, глибини його розпушування та глибини ходу підгортачів залежно від ширини міжрядь (рис. 3), що запобігає утворенню великих грудок та дає можливість зменшити пошкодження рослин.

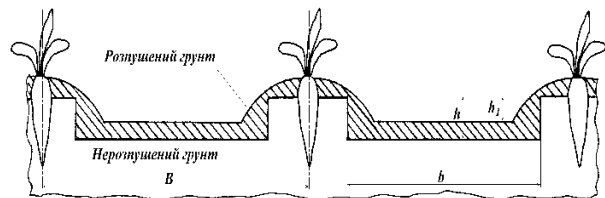


Рис. 3. Технологічна схема міжрядного обробітку ґрунту з підгоранням рослин цукрових буряків у рядках

Згідно з результатами досліджень обробіток ґрунту в зоні міжрядь потрібно проводити без розпушування і зсування його в захисних зонах рядків, з наступним підгоранням із зони міжрядь та укладанням розпушеного дрібно-грудкуватого ґрунту поверх нерозпушеного в захисній зоні рядка у валок, висота якого встановлюється залежно від розвитку та розмірних характеристик рослин. Згідно з результатами досліджень необхідні глибина (h , см) і ширина (b , см) зони розпушування ґрунту в міжряддях визначаються залежно від ширини міжрядь (B , см) за співвідношенням

$$h = 0,4b = \frac{4}{15}B. \quad (3)$$

Глибина ходу підгортачів (h_1 , см) у зоні розпушеного ґрунту в міжряддях для забезпечення

необхідної висоти підгортання рослин визначається залежно від глибини його розпушування (h , см)

$$h_1 = (0,25 \dots 0,50)h. \quad (4)$$

Вологість ґрунту в зоні розпушеного шару збільшується порівняно із звичайним способом міжрядного обробітку на 5% (від 14 до 19%), знищення бур'янів у зоні рядків – на 12% (від 60% до 72%), пошкодження коренеплодів цукрових буряків під час збирання бурякозбиральними машинами зменшується на 16...22%.

На основі теоретичних і лабораторно-польових досліджень розроблено спосіб збирання буряків з підкопуванням коренеплодів для умов підвищеної щільності і низької вологості ґрунту та обґрунтовано параметри робочих органів коренезбиральної машини для розпушування ґрунту в зоні рядків [12]. Розроблені спосіб і технічні засоби забезпечують розпушування ґрунту в зоні міжрядь на оптимальній відстані від осьової лінії рядка (від коренеплодів) та на оптимальну глибину (рис. 9).

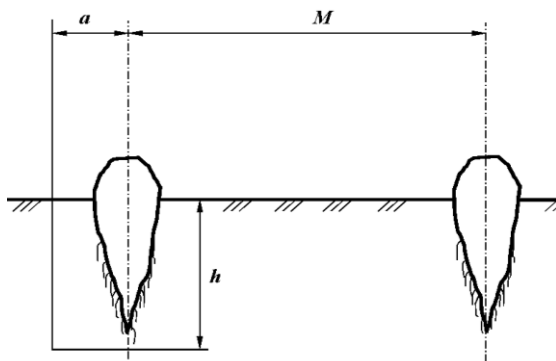


Рис. 4. Спосіб збирання буряків з підкопуванням коренеплодів

За результатами досліджень відстань від осьової лінії рядка до лінії руху підкопувальної лапи в міжрядді (a , см) для забезпечення руйнування зв'язків коренеплодів з ґрунтом без їх пошкодження визначається залежно від ширини міжрядь (M , см) із виразу

$$a = (0,20 \dots 0,24)M. \quad (5)$$

Глибина ходу підкопувальної лапи (глибина підкопування) в зоні рядка (h , см) для забезпечення мінімальної глибини підкопування коренеплодів без обрізання хвостової частини визначається залежно від ширини міжрядь (M , см) за формулою

$$h = 0,2M + 14 \text{ см}. \quad (6)$$

Так, за ширини міжрядь 30 см і 45 см відстань від осьової лінії рядка до лінії руху підкопувальної лапи в міжрядді, за якої можливе надійне руйнування зв'язків коренеплодів з ґрунтом без їх

пошкодження, повинна становити залежно від діаметра коренеплодів відповідно 6,0...7,2 см і 9,0...10,8 см, а глибина ходу підкопувальної лапи (глибина підкопування) в зоні рядка повинна становити відповідно 20 см і 23 см для забезпечення мінімальної глибини підкопування коренеплодів без обрізання їх хвостової частини.

Застосування розробленого способу дає можливість в умовах підвищеної щільності і низької вологості ґрунту забезпечити якісне збирання коренеплодів цукрових буряків. Показники якості виконання технологічного процесу збирання (табл. 1) відповідають вимогам діючого Національного стандарту України (ДСТУ).

Таблиця 1 Показники якості збирання коренеплодів

Назва показників	Значення показників
Втрати коренеплодів (за масою), %	1,2
Загальна забрудненість вороху коренеплодів, %	6,8
у тому числі рослинними рештками, %	2,4
Кількість механічно пошкоджених коренеплодів, %	4,8

Розроблені теоретичні основи викопування коренеплодів цукрових буряків за підвищеної щільності та недостатньої вологості ґрунту дають можливість оптимізувати параметри викопувальних робочих органів бурякозбиральних машин залежно від стану ґрунту, зменшити втрати коренеплодів до 1,2...2,0%, пошкодження – до 5,0%.

Висновок. В результаті проведення наукових досліджень удосконалено технологічні процеси вирощування та збирання цукрових буряків і розроблено конструктивні схеми, вихідні вимоги для машин, здатних забезпечити ведення буряківництва у сучасному конкурентному ринковому середовищі. А застосування бурякозбирального комбайна з оптимально обґрунтованими викопувальними робочими органами дасть можливість значно знизити втрати і пошкодження коренеплодів.

Література:

1. Академік Василенко Петро Мефодійович – корифей землеробської механіки в Україні: монографія / С.М. Ніколаєнко, В.М. Булгаков, Д.Г. Войтюк, В.В. Адамчук, Л.М. Тіщенко; за ред. С.М. Ніколаєнка. – К.: Аграрна наука, 2015. – 264 с.
2. Василенко П. М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин [Текст] / П. М. Василенко. – К.: УАСХН, 1960. – 289 с.
3. Василенко П. М. Автоматизация процессов сельскохозяйственного производства / П. М. Василенко, И. И. Василенко. – М.: Колос, 1964. – 384 с.

4. Василенко П. М. Методика построения расчетных моделей функционирования механических систем (машин и машинных агрегатов): Учебное пособие / П. М. Василенко, В. П. Василенко. – К.: Полиграфика, 1980. – 135 с.

5. Василенко П. М. Введение в земледельческую механику / П. М. Василенко. – К.: Сільгоспосвіта. 1996. – 252 с.

6. Довідник з механізації виробництва цукрових буряків / О. О. Проценко, В. І. Паламарчук, А. М. Козачук та ін.; за ред. О. О. Проценко. – К.: Урожай, 1987. – 250 с.

7. Зуев Н. М. Застосування технічних засобів на збиранні цукрових буряків / Зуев Н. М., Курило В. Л., Гументик М. Я. // Цукрові буряки. – 2000. – №4 (16). – С.8 – 9.

8. Науково-методичні рекомендації щодо збирання цукрових буряків / М. В. Роїк, М. М. Зуев, В. Л. Курило, М. Я. Гументик. – К.: Аграрна наука, 2002. – 40 с.

9. Патент №46333А, Україна, А01С7/00, А01D91/02. Спосіб вирощування цукрових буряків / О. О. Іващенко, М. М. Зуев, В. Л. Курило, А. С. Заришняк; Опубл. 15.05.2002, Бюл. №5.

10. Патент №23581, Україна, А01В79/00. Спосіб міжрядного обробітку ґрунту / В. Л. Курило, В. В. Чуйко, І. А. Пачевський, О. Б. Хіврич; Опубл. 25.05.2007, Бюл. №7.

11. Патент №28553, Україна, А01С3/00, А01С21/00. Спосіб внесення мінеральних добрив / В. Л. Курило; Опубл. 10.12.2007, Бюл. №20.

13. Патент №38527, Україна, А01D51/00. Спосіб збирання цукрових буряків / В. Л. Курило, І. А. Пачевський, А. В. Курило; Опубл. 12.01.2009, Бюл. №1.

14. Пришляк В. М. Особливості механізації землеробства на схилі землях і методологічні аспекти щодо їх дослідження // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства, Випуск 21 – Механізація сільськогосподарського виробництва. – Харків: ХДТУСГ, 2003 – С. 276 – 281.

15. Сінченко В. М. Управління формуванням продуктивності цукрових буряків: монографія. Київ: ІБКІЦБ НААН України, 2012. 582 с.

References

1. Nikolaunko, S. M., Bulgakov, V. M., Voityuk, D. G., Adamchuk, V. V., Tishchenko, L. M. (2015) Akademik Vasilenko Petro Mefodiyovich – luminary of agricultural mechanics in Ukraine. – Kyiv: Ahrarna nauka. – 264 p.

2. Vasilenko, P. M. (1960) Theory of particle motion on rough surfaces of agricultural machines. – Kyiv: UASKhN. – 289 p.

3. Vasilenko, P. M., Vasilenko, I. I. (1960) Automation of agricultural production processes. – M.: Kolos, 1964. – 384 p.

4. Vasilenko, P. M., Vasilenko, V. P. (1980) Methods of construction of calculation models of functioning of mechanical systems (machines and machine units): Textbook. – Kyiv: Printing. – 320 p.

5. Vasilenko, P. M. (1996) Introduction to agricultural mechanics. Kyiv: Silgosposvita. – 252 p.

6. Protsenko, O. O., Palamarchuk V. I., Kozachuk, A. M. and others (1987) Handbook of mechanization of sugar beet production; for order O. O. Protsenko. – Kyiv: Urozhay. – 250 p.

7. Zuev, N. M., Kurilo, V. L., Gumentik, M. Ya. (2000) The use of technical means for harvesting sugar beets, Sugar beets. (4 (16)), pp. 8–9.

8. Roik, M. V., Zuev, M. M., Kurilo, V. L., Gumentik, M. Ya. (2002) Scientific and methodological recommendations for harvesting sugar beets. Kyiv: Ahrarna nauka. – 40 p.

9. Patent №46333A, Uk, 2002.

10. Patent №46333, Uk, 2007.

11. Patent №46333, Uk, 2007.

12. Patent №38527, Uk, 2009.

13. Pryshlyak, V. M. (2003) Peculiarities of mechanization of agriculture on sloping lands and methodological aspects of their research, Bulletin of the Kharkiv State Technical University of Agriculture, Issue 21 - Mechanization of agricultural production. – Kharkiv: KhDTU of A. – pp. 276-281.

14. Sinchenko, V. M. (2012). Management of formation of productivity of sugar beets. Kyiv: I of BC and SB of the NA of AS of Ukraine. – 582 p.

Аннотація

Оптимизация параметров рабочих органов машин для выращивания и уборки сахарной свеклы

В.Л. Курило, В.М. Пришляк

В статье изложены усовершенствованные агротехнические мероприятия выращивания и уборки сахарной свеклы, обеспечивающие повышение качества предпосевной обработки почвы, посева семян, эффективность использования минеральных удобрений и гербицидов, что обеспечивает создание более благоприятных агрофизических условий для роста и развития растений, повышения урожайности сахарной свеклы и уменьшения затрат на производство.

Представлено разработанные технологические процессы и оптимизированные параметры рабочих органов машин для возделывания и уборки сахарной свеклы. Сюда относится проведение локального

внесения минеральных удобрений, предпосевная обработка почвы и посев семян за один проход одним комбинированным агрегатом, борьба с сорняками путем опрыскивания посевов гербицидами в фазе формирования растениями сорняков семядолей. Большую эффективность показало послойное рыхления почвы в междурядьях до смыкания листьев в смежных рядках. Для сахарной свеклы важно создание необходимых агрохимических условий для роста и развития растений за счет обеспечения необходимыми элементами питания в период наибольшей их потребности во время интенсивной вегетации свеклы. Также исследовано уход за растениями сахарной свеклы при повышенной плотности на тяжелых по механическому составу почвах и после выпадения значительного количества осадков, особенности междурядной обработки почвы с окучиванием растений в рядках, механизированную уборку свеклы с подкапыванием корнеплодов для условий повышенной плотности и низкой влажности почвы. Целесообразность инновационных разработок подтверждена проведенными экспериментальными исследованиями в полевых условиях.

Результаты исследований могут быть использованы для совершенствования и оптимизации зональных технологий и технических средств для выращивания и уборки сахарной свеклы, а также в учебном процессе при подготовке будущих агроинженеров к инновационной проектной деятельности.

Ключевые слова: *оптимизация, параметры, рабочие органы, машина, выращивания, уборка, сахарная свекла.*

Abstract

Optimization of parameters of working bodies of machines for growing and harvesting sugar beets

V.L. Kurylo, V.M. Pryshliak

The article outlines improved agrotechnical measures for the cultivation and harvesting of sugar beets, which ensure an increase in the quality of pre-sowing soil cultivation, sowing of seeds, the efficiency of the use of mineral fertilizers and herbicides, which ensures the creation of more favorable agrophysical conditions for the growth and development of plants, increasing the yield of sugar beets and reducing the cost of production.

The developed technological processes and optimized parameters of the working bodies of machines for the cultivation and harvesting of sugar beet are presented. This includes local application of mineral fertilizers, pre-sowing soil cultivation and sowing seeds in one pass with one combined unit, weed control by spraying crops with herbicides in the phase of the formation of cotyledon weeds by plants. The layer-by-layer loosening of the soil in the aisles to the closure of leaves in adjacent rows showed great efficiency. For sugar beet, it is important to create the necessary agrochemical conditions for the growth and development of plants by providing the necessary nutrients during the period of their greatest need during the intensive vegetation of beets. Also the peculiarities of sugar beet production at increased density on heavy-textured soils and after a significant amount of precipitation were studied. The features of inter-row soil cultivation with hilling plants in rows, mechanized harvesting of beets with digging in root crops for conditions of increased density and low soil moisture were determined. The feasibility of innovative developments has been confirmed by experimental studies in the field.

The research results can be used to improve and optimize zonal technologies and technical means for growing and harvesting sugar beets, as well as in the educational process in preparing future agricultural engineers for innovative project activities.

Keywords: *optimization, parameters, working bodies, machine, cultivation, harvesting, sugar beets.*

Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard

Kurylo, V. L. and Pryshliak, V. M. (2020) 'Optimization of parameters of working bodies of machines for growing and harvesting sugar beets', *Engineering of nature management*, (3(17), pp. 70 - 75.

Подано до редакції / Received: 08.09.2020