

**Міністерство освіти і науки України**  
**Білоцерківський національний аграрний університет**  
**ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»**  
**Дрезденський університет прикладних наук, м. Дрезден, Німеччина**  
**Чеський університет природничих наук, м. Прага, Чехія**  
**Uniwersytet Łódzki (Польща)**  
**Warsaw University of Life Sciences (Польща)**



**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-  
ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**  
**«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ  
РОСЛИН»**

**04 червня 2026 року**

**м. Біла Церква**

УДК 633:631.147

**Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин:** матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. (Біла Церква, 04 червня 2026 р.). Біла Церква: БНАУ, 2026. 122 с.

**Редакційна колегія:**

**Шуст О.А.**, ректор БНАУ, д-р екон. наук.

**Скиба В.В.**, д-р с.-г. наук.

**Варченко О.М.**, д-р екон. наук.

**Димань Т.М.**, д-р с.-г. наук.

**Карпук Л.М.**, д-р с.-г. наук.

**Єзерковська Л.В.**, канд. с.-г. наук.

**Кулик Р.М.**, канд. с.-г. наук.

**Арне Сірджекс**, доктор наук.

**Хінек Рубік**, доктор наук.

**Гриник Георгій.**, доктор наук.

**Ремб'ялковська Марія.**, доктор наук.

**Мостипан О.В.**, доктор філософії.

**Відповідальні за випуск:**

**Єзерковська Л.В.**, канд. с.-г. наук, доцент.

**Кулик Р.М.**, канд. с.-г. наук, старший викладач.

До збірника ввійшли матеріали і тези доповідей, подані учасниками II Міжнародної науково-практичної конференції «Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин» (04 червня 2026 року Білоцерківський національний аграрний університет).

Тексти публікуються в авторській редакції. За науковий зміст і якість поданих матеріалів відповідають автори.

Ел. адреса: <https://science.btsau.edu.ua/taxonomy/term/27>

©БНАУ

## ЗМІСТ

<b>Дребот О.І., Мельников О.В.</b> Роль біотехнологій у забезпеченні глобальної продовольчої безпеки.....	6
<b>Гера О.М., Зоря Ю.М.</b> Удосконалена технологія використання лісоаграрних екосистем на осушуваних органогенних ґрунтах Лівобережного Лісостепу України.....	10
<b>Карпук Л.М., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Філіпова Л.М., Павліченко А.А., Єзерковський А.В., Тітаренко О.С., Заїка Н.В., Кулик Р.М.</b> Особливості вирощування пшениці ярої за органічного виробництва.....	13
<b>Безобчук М.Р., Башта О.В., Гуменний Д.В.</b> Механізми біорегуляції меланінвмісних фітопатогенних мікроміцетів в агроценозах <i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> L.....	15
<b>Горновська С.В., Сабадин В.Я., Шушківська Н.І.,</b> Фітосанітарний стан посівів пшениці озимої та оптимізація контролю фітофагів в умовах Правобережного Лісостепу України.....	18
<b>Волошин В.М., Копитець Н.Г.</b> Зміна показників колосу в сортів озимого жита залежно від застосування препаратів.....	21
<b>Каплунов В.Р.</b> Поширення та розвиток основних хвороб пшениці озимої в СФГ «МРІЯ».....	25
<b>Леус В.В., Шубенко Л.А.</b> Особливості застосування машини darwin для прорідження зав'язі в інтенсивних насадженнях яблуні.....	28
<b>Лозінська Т.П.</b> Інтеграція деревних насаджень у польові системи як шлях до сталого землеробства.....	31
<b>Мартинюк І.В., Савченко Є.Д.</b> Уміст мікроелементів і важких металів у ґрунті під зерновими культурами короткоротаційної органічної сівозміни...	34
<b>Борисенко В.І., Васьківська С.В.</b> Динаміка шкідливого ентомокомплексу в агроценозах пшениці озимої в умовах зміни клімату.....	36
<b>Остапчук Р.В.</b> Вплив норм висіву на продуктивність гібридів кукурудзи....	40
<b>Панченко Т.В., Козак Л.А., Єрмак К.В.</b> Нодуляційна активність гороху залежно від бактеризації та системи удобрення.....	43
<b>Перець С.В., Брухтій В.Ю.</b> Ресурсозберігаючі системи обробітку ґрунту в умовах змін клімату Лівобережного Лісостепу на чорноземі типовому в короткоротаційних сівозмінах.....	46
<b>Примак І.Д., Войтовик М.В., Устинова Г.Л., Панченко О.Б., Ображій С.В.</b> Від «Нової системи землеробства» І. Є. Овсінського до сьогодні: еволюція основного обробітку ґрунту.....	49
<b>Сахарнацька Л.І., Кравченко О.В.</b> Використання технологій точного землеробства для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.....	53

<b>Прокоп'юк Т.П., Лозінський М.В., Куманська Ю.О., Сидорова І.М.</b> Вплив різних систем удобрення на господарські показники буряка цукрового.....	57
<b>Самойлик М.О., Лозінський М.В., Філіцька О.О.</b> Трансгресивна мінливість кількості колосків головного колоса у популяції F <sub>2</sub> пшениці м'якої озимої.....	60
<b>Свиридов А.М., Поляк І.В.</b> Ефективність ресурсощадних технологій обробітку ґрунту під сорго зернове в Північному Степу України.....	63
<b>Тарасенко О.А., Царинна О.С.</b> Ресурсозберігаючі технології вирощування ріпаку ярого в короткоротаційних сівозмінах.....	65
<b>Савченко Є.Д.</b> Агрохімічний стан чорнозему типового малогумусного за різних систем органічного удобрення в короткоротаційній сівозміні.....	67
<b>Савченко С. Д.</b> Ефективність застосування систем органічного удобрення на забур'яненість посівів культур короткоротаційної сівозміни в умовах лівобережного лісостепу України.....	72
<b>Павліченко А.А., Єзерковський А.В.</b> Тенденції розвитку однороторної технології обмолоту та інтеграція систем штучного інтелекту в сучасні зернозбиральні комбайни.....	75
<b>Демещук В.А.</b> Шляхи скорочення витрат пального при виконанні технологічних процесів в рослинництві.....	78
<b>Шубенко Л.А., Леус В.В.</b> Вплив патогенних організмів на продуктивність насаджень ожини та шляхи їх регулювання.....	83
<b>Танаков М.С., Мельник П.П.</b> Еколого-морфологічна характеристика агрофітоценозів Вінницької області.....	86
<b>Трегуб М.І., Чуба В.В., Демещук В.А., Зінченко А.М.</b> Енергоощадні технології вирощування та використання енергетичних рослин.....	89
<b>Худотеплова В.О., Безноско І.В.</b> Фітопатологічна оцінка <i>Avena Sativa</i> L. за різних технологічних систем вирощування.....	93
<b>Цимбал Я. С., Савченко С. Д.</b> Вплив культур короткоротаційної сівозміни та систем органічного удобрення на вміст мікроелементів і важких металів у чорноземі типовому в умовах лівобережного лісостепу України.....	96
<b>Цицюра Я.Г., Томчук О.М.</b> Вплив варіантів удобрення гібридів ріпаку озимого на формування якісних критеріїв потенціалу біопаливного використання ріпакової олії.....	100
<b>Чайка Т.О., Лотиш І.І.</b> Економіко-агрономічна ефективність біопрепаратів в органічному вирощуванні сої за гідротермічної нестабільності.....	104
<b>Шита О.П., Мацкевич В.В.</b> Сучасний стан та перспективи мікроклонального розмноження фундука ( <i>Corylus avellana</i> L.) в Україні.....	108
<b>Шило М.О., Башта О.В., Горган Т.М.</b> Еколого-біологічні особливості розвитку мікроміцетів філосфери <i>Mentha piperita</i> L. в умовах кліматичних змін.....	111
<b>Яценко В.В., Горбенко В.С., Луценко І.С.</b> Вплив різних систем обробітку ґрунту на фізико-хімічні параметри ґрунту у посівах сої та квасолі.....	114
<b>Яценко Н.В., Яценко В.В.</b> Адаптивність і продуктивність сортів та гібридів помідора в Лісостепу України.....	117

**Roman Yaroshchuk., Svitlana Yaroshchuk., Andrii Butenko., Hanna Klymenko.** ECOLOGICAL-ECONOMIC AGROFORESTRY POTENTIAL FOR COMMUNITY JOBS AND VALUE-ADDED CHAINS IN UKRAINE..... 120

УДК 57.08:338.439

**Дребот О.І.**, д.е.н., професор, академік НААН України

drebot\_oksana@ukr.net

**Мельников О.В.**, аспірант

alexej.mln@gmail.com

Інститут агроєкології і природокористування НААН України

## **РОЛЬ БІОТЕХНОЛОГІЙ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ГЛОБАЛЬНОЇ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ**

Розглянуто роль сучасних біотехнологій як одного з ключових інструментів забезпечення продовольчої безпеки в умовах глобальних економічних, екологічних та соціальних викликів. Проаналізовано внесок таких напрямів біотехнологій, як біостимулятори росту рослин, мікробні біопрепарати, генетична інженерія та технологія редагування геному CRISPR/Cas9. На прикладі вирощування соняшнику розглянуто практичні результати комплексного застосування біотехнологій при переході до екологічних систем землеробства.

**Ключові слова:** біотехнології, продовольча безпека, генетична інженерія, біостимулятори, стале сільське господарство, адаптація до кліматичних змін.

## **THE ROLE OF BIOTECHNOLOGY IN ENSURING GLOBAL FOOD SECURITY**

The role of modern biotechnologies as one of the key tools for ensuring food security amid global economic, environmental, and social challenges is examined. The positive contribution of various areas of biotechnology—plant growth biostimulants, microbial biological products, genetic engineering, and CRISPR/Cas9 genome editing technology—is analyzed. The practical results of the integrated application of biotechnologies in the context of the transition to environmentally sustainable farming systems are considered, using sunflower cultivation as an example.

**Keywords:** biotechnology, food security, genetic engineering, biostimulants, sustainable agriculture, climate change adaptation.

**Drebot Oksana**, doctor of Economic Sciences, professor, Academician of NAAS

**Melnykov Oleksii**, graduate student

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

Сьогодні біотехнології розглядають як комплекс науково обґрунтованих методів, технологій і способів цілеспрямованого використання біологічних систем, живих організмів, їхніх клітин, компонентів і похідних, а також процесів їх життєдіяльності для створення, модифікації або вдосконалення продуктів, матеріалів і технологічних процесів у промисловості, сільському господарстві, харчовій галузі та інших сферах економіки.

Сучасна галузь біотехнологій вже зробила значний внесок в адаптацію до змін клімату та пом'якшення негативних наслідків шляхом зменшення викидів парникових газів, поглинання вуглецю, виробництва більш екологічно чистих видів палива, виведення більш пристосованих сортів сільськогосподарських

культур, зменшення використання хімічних добрив. Впровадження біотехнологій сьогодні - реальний шлях інтенсифікації сільськогосподарського виробництва із одночасним скороченням енергетичних, матеріальних і фінансових витрат, зокрема на застосування агрохімікатів [1].

У сучасному сільському господарстві виділяють три напрями біотехнологій:

1. Класичні біотехнології, що включають традиційну селекцію, ферментаційні процеси, виробництво біодобрив, біопестицидів і біостимуляторів росту рослин. Їхньою перевагою є доведена ефективність і широке визнання у науковому та практичному середовищі як інструменту забезпечення продовольчої безпеки.

Особливої уваги на нашу думку у цьому переліку заслуговують біостимулятори, або регулятори росту рослин – природні фітогормони, їхні синтетичні аналоги та композиційні препарати, які дають змогу цілеспрямовано регулювати ключові процеси росту і розвитку рослинного організму та максимально реалізувати генетичний потенціал сорту.

За останні десятиліття застосування біостимуляторів у сільському господарстві суттєво зросло. У 2023 році обсяг світового ринку біостимуляторів становив близько 2,8 млрд доларів США, і, за прогнозами, до 2032 року він може досягти 6,3 млрд дол. США, демонструючи середньорічні темпи зростання на рівні близько 10,9% [2].

Серед інших біопрепаратів, які відіграють вагомую роль у забезпеченні продовольчої безпеки є мікробіологічні препарати – культури мікроорганізмів і продукти їхньої життєдіяльності. Вони здатні конкурувати з патогенними грибами, бактеріями та шкідниками, що уражають насіння і рослини, а також підвищувати продуктивність рослин шляхом покращення засвоєння елементів живлення та синтезу біологічно активних речовин.

Сегмент біопрепаратів, у яких діючим агентом є мікроорганізми (бактерії, мікроміцети, стрептоміцети), є найбільшим і становить понад 60% ринку. Світовими лідерами у виробництві біопрепаратів є понад 500 компаній із США, країн ЄС, України, Китаю, Індії та ін. У 2023 році світовий ринок біопрепаратів оцінювався у 5,23 млрд дол. США, і до 2032 року прогнозується його зростання до 20,4 млрд дол. США [3].

2. Генетично модифіковані організми (ГМО). Це організми, генотип яких було змінено за допомогою методів генної інженерії. На відміну від природного або індукованого мутагенезу, генетична модифікація передбачає точкову зміну геному. При цьому генетичний матеріал може переноситися з одного організму до іншого із застосуванням технологій рекомбінантної ДНК. Якщо донорський ген походить від іншого виду, такі організми називають трансгенними [4].

Основними цілями створення генетично модифікованих культур є:

- підвищення врожайності порівняно з традиційними сортами;
- підвищення стійкості до шкідників, хвороб і гербіцидів;
- адаптація до екстремальних кліматичних умов;
- покращення поживної цінності продукції;
- зниження собівартості виробництва та підвищення якості продукції.

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

У 2024 році площа вирощування ГМ-культур у світі становила 209,8 млн га. Генетично модифіковані культури мають значний потенціал для зменшення використання пестицидів, зниження деградації ґрунтів і скорочення викидів парникових газів. Зокрема, у період 1996–2018 років їх впровадження сприяло скороченню використання пестицидів на 775,4 млн кг (на 8,3 %) та зменшенню екологічного впливу на 18,5 %. Крім того, скорочення використання палива (на 920 млн літрів) і мінімізація обробітку ґрунту еквівалентні зменшенню викидів, що відповідає вилученню понад 15 млн автомобілів з доріг [5].

3. Нові технології редагування геному, зокрема CRISPR/Cas9. Механізм CRISPR/Cas9 ґрунтується на природній системі захисту бактерій від вірусів. Однією з ключових переваг цієї технології є висока швидкість і точність внесення змін порівняно з традиційними методами.

За останні десятиліття поняття продовольчої безпеки трансформувалося від простої наявності їжі до складної системи, де роль екологічного фактору набуває значущості. Без збереження екосистем неможливо гарантувати стабільне виробництво їжі в довгостроковій перспективі. Саме тому важливим є комплексне застосування біотехнологій у контексті переходу до екологічних систем землеробства, зокрема екологічного та органічного.

Цікавим прикладом комплексного застосування біотехнологій при переході до екологічного землеробства є дослідження проведені нами у Сквирській дослідній станції органічного виробництва ІАП НААН на соняшнику в 2023-2025 рр., табл. 1.

**Таблиця 1. - Вплив біотехнологій на основні економічні показники виробництва соняшника, сорт Сумо НСХ-556 за різних технологій вирощування, 2024 рік.**

	Соняшник, Сумо НСХ-556			
	Традиційне (інтенсивне землеробство)	Інтегроване землеробство + біотехнології	Екологічне землеробство	Екологічне + біотехнології
Врожайність, ц/га (%)	48,7	45,3	38,1	42,4
Виробничі витрати грн/га	29418	25304	21300	23150
Чистий прибуток грн/га	33892	33586	33183	37482
Собівартість продукції, грн/т	6040	5585	5590	5459
Рівень рентабельності	115,2%	132,7%	155,8%	161,9%

Джерело: сформовано авторами на основі звіту про науково-дослідну роботу Сквирської дослідної станції органічного виробництва ІАП НААН, 2024 р. [6].

В досліді використовувалися наступні біотехнологічні рішення: використання біопрепаратів дозволених в органічному землеробстві: Фітовіт 0,1 л/т, Аверком Н 0,2 л/т, Споразин 1,5 л/т, Біостимікс Насіння 1 л/т, Біостимікс Активатор 1 л/т, біостимулятор росту рослин Регоплант 0,25 л/т, ЕПАА-10 – 0,25

л/т при обробці насіння соняшника, а також обробка по листку у фазу 4-5 листків препаратами Фітовіт 0,15 л/га, Аверком Н 0,1 л/га, Споразин 1 л/га, Біостимікс Стандарт 0,5 л/га, ЕПАА-10 – 0,5 л, Регоплант 0,05 л/га, та у фазу 8-10 листків вносився біостимулятор Регоплант 0,05 л/га. Також у досліді використовувався гібрид Сумо НСХ-556, який винайдено за допомогою біотехнології Clearfield – біотехнологічний метод, який відноситься до сучасної селекції і використовує мугатенез для отримання бажаних ознак, завдяки чому рослини соняшника отримали стійкість до гербіциду.

Застосування біотехнологій у межах екологічної системи вирощування соняшника дозволило підвищити врожайність на 4,3 ц/га (+11,3%). Чистий прибуток збільшився на 4299 грн або 13%. Таким чином, біотехнології дозволили підвищити як продуктивність, так і економічну ефективність екологічної технології без суттєвого зростання виробничих витрат.

Якщо порівнювати з традиційною (інтенсивною технологією), то незважаючи на нижчу врожайність на 6,3 ц/га або 13 % екологічна технологія + біотехнології забезпечила вищий чистий прибуток з гектара — на 3590 грн або 10,6 %. Рентабельність виявилася значно вищою – 161,9% проти 115,2% у традиційній технології.

Хоча біотехнології не змогли повністю компенсувати різницю у врожайності, вони забезпечили кращий фінансовий результат завдяки суттєвому зниженню виробничих витрат, насамперед на добрива та засоби захисту рослин.

Таким чином біотехнології є важливим інструментом забезпечення продовольчої безпеки в умовах глобальних економічних, екологічних та соціальних викликів. Впровадження біотехнологій проявляється не лише у виробництві більшої кількості безпечної та якісної продукції, але й у збереженні родючості ґрунтів, зменшенні антропогенного навантаження на довкілля, підвищенні стійкості аграрних систем до кліматичних змін. Біотехнології виступають компенсаторним механізмом, який робить перехід на більш екологічні системи вирощування економічно доцільним, зберігаючи при цьому прийнятний рівень продуктивності.

#### Список літератури

1. Munawar S., ul Qamar M. T., Mustafa G., Khan M. S., Joyia F. A. Role of Biotechnology in Climate Resilient Agriculture // Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth / Eds. Shah Fahad, Mirza Hasanuzzaman, Mukhtar Alam et al. Cham : Springer, 2020. P. 339–365. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-49732-3\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49732-3_14)
2. IMARC Group. Biostimulants Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2024–2032. 2024. Режим доступу: <https://www.imarcgroup.com/biostimulants-market> (дата звернення: 24.05.2026)
3. Бунас А. А., Ткач Є. Д., Дворецький В. В. Біопрепарати в Україні та світі: сучасні тренди та перспективи // Агроекологічний журнал. 2024. № 4. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2024.317163>
4. Коваленко Є., Волкова Н. Сучасні напрями біотехнології // Universum. 2025. Вип. 19. С. 73–78. Режим доступу: <https://archive.liga.science/index.php/universum/article/view/1724/1748> (дата звернення: 24.04.2026)

5. Тичевська А., Твардовський Т., Возняк-Гентка Е. Сільськогосподарська біотехнологія для сталої продовольчої безпеки // Trends in Biotechnology. 2023. Vol. 41, № 3. P. 331–341. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2022.12.013>

6. Інститут агроєкології і природокористування Національної академії аграрних наук України, Сквирська дослідна станція органічного виробництва. Звіт про НДР «Дослідження ефективності впливу комплексу біологічних препаратів на господарські властивості сої та соняшника за традиційною та органічною технологіями». Сквиря, 2024.

**УДК 631.6:631.874:630”26”**

**Гера О.М.**, канд. с.-г. наук, с.н.с

**Зоря Ю.М.**, молодший науковий співробітник

*Панфільська дослідна станція ННЦ «ІЗ НААН»*

[aleksandrgera84@gmail.com](mailto:aleksandrgera84@gmail.com)

## **УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ ЛІСОАГРАРНИХ ЕКОСИСТЕМ НА ОСУШУВАНИХ ОРГАНОГЕННИХ ҐРУНТАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Наведено результати досліджень ефективності агролісівництва на осушуваних органігенних ґрунтах заплави р. Супій Лівобережного Лісостепу України в умовах кліматичних змін. Встановлено, що поєднання плантацій євроамериканських гібридів тополі з багаторічними травами та соєю покращує водно-фізичні властивості торфових ґрунтів, їх поживний режим і біологічну активність. Агролісові системи сприяли зниженню щільності ґрунту, підвищенню шпаруватості та вологоємності, що забезпечувало стабілізацію агроландшафтів і збереження органічної речовини торфу. Продуктивність фітоценозів зростала на 10–18 %, а економічна ефективність характеризувалася збільшенням прибутку на 15–32 %. Результати досліджень підтверджують доцільність впровадження агролісівництва як ефективного природоохоронного заходу для відновлення деградованих торфовищ і збереження біорізноманіття басейнів малих річок.

**Ключові слова:** агролісівництво, органігенні ґрунти, євроамериканські гібриди тополі, багаторічні трави, соя, водно-фізичні властивості ґрунту, продуктивність фітоценозів.

**Oleksandr Hera, candidate of agricultural sciences, senior researcher**

**Yuliia Zoria, junior researcher**

*Panfily Research Station of the NSC “Institute of Agriculture of NAAS”*

[aleksandrgera84@gmail.com](mailto:aleksandrgera84@gmail.com)

## **IMPROVED TECHNOLOGY FOR THE USE OF AGROFORESTRY ECOSYSTEMS ON DRAINED ORGANIC SOILS OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

The paper presents the results of studies on the efficiency of agroforestry systems on drained organic soils in the Supii River floodplain of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine under climate change conditions. It was established that the combination of Euro-American hybrid poplar plantations with perennial grasses and soybean crops improves the water-physical properties of peat soils, their nutrient regime, and biological activity. Agroforestry systems contributed to a decrease in soil bulk density and an increase in porosity and water-holding capacity, ensuring the stabilization of

agricultural landscapes and the preservation of peat organic matter. Phytocenosis productivity increased by 10–18%, while economic efficiency was characterized by a 15–32% increase in profit. The obtained results confirm the feasibility of implementing agroforestry as an effective environmental measure for the restoration of degraded peatlands and the conservation of biodiversity in small river basins.

**Keywords:** agroforestry, organic soils, Euro-American hybrid poplars, perennial grasses, soybean, soil water-physical properties, phytocenosis productivity.

У зв'язку із загостренням екологічних та соціально-економічних проблем сучасні наукові розробки щодо використання меліоративного фонду України ґрунтуються на положеннях, відповідно до яких пріоритетним напрямом сільськогосподарського виробництва на органічних ґрунтах є збереження екологічної рівноваги екосистем, підвищення їхньої стійкості та загальне оздоровлення агроландшафтів [1, 2, 3]. В Україні виконано великий обсяг робіт з наукового обґрунтування та практичної реалізації заходів для запобігання деградаційних процесів на заплавах екосистемах та окремих його компонентах – ґрунти, водні ресурси, біорізноманіття [4, 5]. Тому продовження вивчення агроландшафтів малих річок, формування нормативних, правових актів та технологічних прийомів є важливим для даного напряму досліджень.

Результати багаторічних досліджень науковців НААН переконують щодо необхідності переходу від загальної до природоохоронної адаптивно-ландшафтної системи землеробства, яка базується на впровадженні оптимізаційних параметрів структури угідь заплавів і богарних (особливо еродованих) земель басейнів малих річок та розробка ефективних агрозаходів.

Оптимізація та раціональне використання осушуваних органічних ґрунтів як сільськогосподарських угідь в умовах кліматичних змін стає актуальною, та вимагає наукового обґрунтування. Одним із варіантів її вирішення може бути впровадження у господарську діяльність методів агролісівництва.

Дослід з удосконалення технології використання лісоаграрних екосистем в басейнах малих річок Лівобережного Лісостепу закладено на плантації євроамериканських гібридів тополі віком 15 років у зоні Лісостепу на середньоглибокому (1,8-2,0 м) осушуваному староорному карбонатному торфовищі рогозо-осокового походження з високим ступенем розкладу, виведеному з інтенсивного обробітку в заплаві р. Супій (Панфільська дослідна станція ННЦ «ІЗ НААН», Бориспільського району, Київської області). Підстилаюча материнська порода – оглеєні алювіальні легкі суглинки. Валовий вміст азоту у торфовому ґрунті становить 1,9 %, фосфору – 0,45 %, калію – 0,17%, кальцію – 26-30 %, зольність складає 40-45 %, рН сольового розчину складає 7,2–7,4.

Агролісівництво, зважаючи на кліматичні зміни, є ефективним методом оптимізації природокористування, підвищення продуктивності та поліпшення біорізноманіття в заплавах малих річок Лівобережного Лісостепу України. Особливу актуальність набуває використання агролісових систем на торфових ґрунтах, які в умовах інтенсивного обробітку деградують, втрачаючи пористість, водоутримуючу здатність та структуру. Введення швидкоростучих деревних

порід у поєднанні з трав'яними або зерновими культурами сприяє одночасному поліпшенню водно-фізичних властивостей ґрунту, підвищенню продуктивності та стабілізації агроєкосистеми.

Під міжряддя тополь посіви сої забезпечували інтенсивне накопичення поживних речовин: азот зростав з 33,1 до 49,9 мг/кг,  $K_2O$  — з 53,0 до 199,1 мг/кг, тоді як початковий рівень рухомого фосфору під тополями (115,6 мг/кг) зменшився до 78,4 мг/кг до кінця сезону. Суміш багаторічних трав забезпечувала стабільність елементів живлення:  $NO_3$  від 21,7 до 29,5 мг/кг,  $P_2O_5$  від 89,5 до 84,6 мг/кг,  $K_2O$  від 78,2 до 71,3 мг/кг.

Введення багаторічних трав у міжряддя тополь підвищувало продуктивність трав на 10 %, сої — на 18 %, а внесення мінеральних добрив збільшувало накопичення зеленої маси: багаторічних трав — на 12 %, сої — на 16 %. Урожайність у 2025 році становила: суміш багаторічних трав — 16,1 т/га (приріст 5,5–6,0 т/га, 54–60 %), зелена маса сої — 9,5 т/га (приріст 3,2–3,3 т/га, - 52 %), соя на зерно — 2,2 т/га (приріст 1,0 т/га, - 83 %).

Економічна ефективність агролісових систем була високою, умовно-чистий прибуток суміші багаторічних трав склав 23,1 тис. грн/га (рентабельність 90 %), сої на зелену масу — 8,2 тис. грн/га (40 %), сої на зерно — 12,5 тис. грн/га (45 %). Впровадження агролісівництва підвищувало економічну ефективність на 30–35 %, а приріст прибутку складав 15–32 %.

Агролісівництво позитивно впливало на екологічний стан земель: зменшення щільності ґрунту на 20–25 %, підвищення шпаруватості на 10–15 %, збільшення повної вологості на 110–165 %, підвищення стійкості агроландшафтів до посух, повеней та ерозії, збереження органічної речовини торфу та покращення водного балансу. Формувався стабільний фітоценоз із високим біорізноманіттям, що обмежує розвиток бур'янів та зменшує потребу в хімічних засобах захисту рослин.

Таким чином, агролісівництво на торфових ґрунтах Лівобережного Лісостепу з використанням швидкоростучих тополь у поєднанні з багаторічними травами або соєю забезпечує комплексне підвищення продуктивності фітоценозів на 10–18 %, економічного прибутку на 15–32 %, покращує водно-фізичні властивості ґрунту (щільність знижувалась 20–25 %, шпаруватість підвищувалась на 10–15 %, повна вологості підвищувалась на 110–165 %) та стабілізує агроландшафти, одночасно сприяючи відновленню деградованих торфовищ та збереженню біорізноманіття.

#### **Список літератури**

1. Бондар О.І., Петрик М.П. Деградація фізико-хімічних властивостей осушених земель Полісся // Вісник аграрної науки, 2002.- № 12.-С. 55-59.

2. Слюсар І.Т. Використання осушуваних земель гумідної зони в контексті глобальних змін клімату / І.Т. Слюсар // Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН» – К.: ВД «ЕКМО», 2008. – Спецвипуск. – С. 42 – 49.

3. Дегодюк С.Е. Спеціалізація землеробства в Україні залежно від змін клімату / С.Е. Дегодюк, Е.Г. Дегодюк // Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН» – К.: ВД «ЕКМО», 2008. – Спецвипуск. – С. 69 – 77.

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

4. Сайко В.Ф. Землеробство в контексті змін клімату /В.Ф.Сайко// Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН» – К.: ВД «ЕКМО», 2008. – Спецвипуск. – С. 3 – 14.

5. Ромащенко М.І., Рокочинський А.М., Шалай С.В. Прогноз продуктивності осушуваних земель при будівництві й реконструкції меліоративних систем// Вісник аграрної науки, 2007.- №6.- С.62-65

**УДК 632: 633.16: 581.5**

**Карпук Л.М.**, доктор с.-г. наук, професор  
**Єзерковська Л.В.**, кандидат с.-г. наук, доцент  
**Караульна В.М.**, кандидат с.-г. наук, доцент  
**Філіпова Л.М.**, кандидат с.-г. наук, доцент  
**Павліченко А.А.**, кандидат с.-г. наук, доцент  
**Єзерковський А.В.**, канд. с.-г. наук, асистент  
**Тітаренко О.С.**, доктор філософії з агрономії, доцент  
**Зайка Н.В.**, доктор філософії з агрономії, асистент  
**Кулик Р.М.**, кандидат с.-г. наук, старший викладач  
*Білоцерківський національний аграрний університет*  
Liudmilabc89@gmail.com

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Обґрунтовано актуальність вирощування сортів пшениці ярої Ксантія та Деміра за органічного виробництва на чорноземах типових в умовах Правобережного Лісостепу України. Доведено, що комплексне застосування біопрепаратів Біокомплекс–БТУ й Органік–баланс із прилипачем Липосам (інокуляція насіння + дві вегетаційні обробки) забезпечує максимальну врожайність зерна сорту Деміра на рівні 3,47-3,53 т/га, що на 0,41-0,47 т/га вище контролю.

**Ключові слова:** органічне виробництво, пшениця яра, біопрепарати

## **FEATURES OF SPRING WHEAT CULTIVATION UNDER ORGANIC PRODUCTION SYSTEMS**

The relevance of cultivating spring wheat varieties 'Ksantiia' and 'Demira' under certified organic production systems on typical chernozems in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine has been substantiated. It was proved that the integrated application of biological preparations Biocomplex–BTU and Organic–balance combined with the bio-sticker Liposam (seed inoculation plus two foliar treatments during the growing season) ensures the maximum grain yield of the 'Demira' variety at the level of 3.47–3.53 t/ha, which is 0.41–0.47 t/ha higher than the control.

**Keywords:** organic production, spring weat, biological products

**Karpuk L.M.**, doctor of agricultural sciences, professor  
**Ezerkovska L.V.**, candidate of agricultural sciences, associate professor  
**Karaulna V.M.**, candidate of agricultural sciences, associate professor  
**Filipova L.M.**, candidate of agricultural sciences, associate professor

**Pavlichenko A.A., candidate of agricultural sciences, associate professor**

**Ezerkovsky A.V., candidate of agricultural sciences, assistant**

**Titarenko O.S., doctor of philosophy in agronomy, associate professor**

**Zaika N.V., doctor of philosophy in agronomy, assistant**

**Kulyk R.M., candidate of agricultural sciences, senior lecturer**

Вирощування пшениці ярої в умовах сертифікованого органічного виробництва є надзвичайно актуальним завдяки стрімкому зростанню світового попиту на безпечну, екологічно чисту продукцію та високій ринковій ціні на таке зерно. Відмова від синтетичних мінеральних добрив і хімічних пестицидів дозволяє агровиробникам отримувати суттєву цінову надбавку, що робить цей напрям економічно привабливим та конкурентоспроможним на міжнародному ринку.

Екологічна значущість цієї технології полягає у відновленні природної родючості ґрунтів, збереженні корисного мікробіому та мінімізації токсичного навантаження на агроєкосистеми. Використання ресурсощадних систем обробітку, таких як No-till, у поєднанні з сидератами допомагає оптимізувати капілярну структуру ґрунту, ефективно утримувати весняну вологу та успішно протидіяти негативним проявам сучасних кліматичних змін.

У структурі органічного сівозміну яра пшениця виконує важливу стабілізуючу та фітосанітарну роль, виступаючи надійною страховою культурою для пересіву в разі вимерзання озимини. Завдяки надраннім строкам сівби та застосуванню чітко вивіреного механічного догляду (зокрема, сліпого та посходового боронування), вона дозволяє ефективно пригнічувати першу хвилю бур'янів без використання хімічних гербіцидів.

Висока зацікавленість органічним виробництвом, серед виробників сільськогосподарської продукції стимулює активне впровадження інноваційних біологічних засобів - бактеріальних добрив, гуматів та біофунгіцидів на основі штамів *Trichoderma* або *Bacillus subtilis*. Це забезпечує мобілізацію природного потенціалу рослин, стимулює азотфіксацію та фосформобілізацію, завдяки чому яра пшениця формує зерно з відмінними хлібопекарськими властивостями, високим вмістом білка та клейковини

Експериментальна робота виконувалася у 2023–2025 рр. на дослідному полі Навчального виробничого центру (НВЦ) Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ). Ґрунт під дослідом – чорнозем типовий глибокий малогумусований, крупно-пилуватолегкосуглинковий на карбонатному лесі. Карбонати кальцію залягають на глибині 55–62 см. В орному (0–30 см) шарі ґрунту міститься близько 17 % мулистих частинок і від 46 до 54 % – крупного пилу. Агрохімічна характеристика ґрунту: гумус (за методом Тюріна і Конової) – 3,4 %, легкогідролізованого азоту (за методом Корнфільда) – 110, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 120 і 110 мг/кг ґрунту відповідно. Схемою дослідів передбачено вивчення дії біопрепаратів, а саме: контроль – без обробки насіння; обробка насіння Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т); передпосівна обробка насіння Біокомплекс– БТУ (2 л/т) й

Органік–баланс (1,5 л/т); вегетаційна обробка в фазі кущення (III е.о.) й виходу рослин у трубку (IV е.о.) Біокомплекс–БТУ (0,8 л/га) й Органік–баланс (0,5 л/га). Для підвищення ефективності використання біопрепаратів застосовували біоприлипач Липосам: обробка насіння – 0,3 л/т, обприскування – 0,5 л/га. Сорти: Ксантія, Деміра. Усі види допоміжних продуктів були внесені до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні, а також до Переліку допоміжних продуктів та методів, дозволених для застосування в органічному виробництві з урахуванням вимог органічних стандартів Європейського Союзу [1].

Аналіз середніх даних урожайності пшениці ярої за 2023–2025 рр. засвідчив високу ефективність біопрепаратів Біокомплекс–БТУ та Органік–баланс. Найбільший позитивний ефект зафіксовано за їх комбінованого внесення (передпосівна інокуляція насіння + дворазове позакореневе підживлення). Зокрема, у сорту Деміра за такого комплексного застосування забезпечено максимальну врожайність на рівні 3,47–3,53 т/га, що перевищило контроль (3,06 т/га) на 0,41–0,47 т/га.

#### Список літератури

1. Галашевський, С. О., Гавран, І. І., & Єзерковська, Л. В. Перелік допоміжних продуктів та методів дозволених для використання в органічному виробництві з врахуванням вимог органічних стандартів Європейського Союзу (10-те вид.). К., 2024.

УДК 632.937:635.64:504.06

Безобчук М.Р., студентка

Башта О.В., кандидат біологічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Гуменний Д.В., аспірант.

Інститут агроекології і природокористування НААН

[bezobchukmaria@gmail.com](mailto:bezobchukmaria@gmail.com)

### МЕХАНІЗМИ БІОРЕГУЛЯЦІЇ МЕЛАНІНВМІСНИХ ФІТОПАТОГЕННИХ МІКРОМІЦЕТІВ В АГРОЦЕНОЗАХ *SOLANUM* *LYCOPERSICUM* L.

Досліджено ефективність біопрепаратів МІКОХЕЛПІ та ФІТОЦИДІ у біорегуляції фітопатогенних мікроміцетів томатів в умовах кліматичних змін. Встановлено, що ендоефітна мікобіота томатів включає 14 видів, серед яких домінує меланінвмісний патоген *Alternaria alternata*. Показано істотний вплив біопрепаратів на ріст і розвиток збудника. МІКОХЕЛПІ забезпечує найвираженіше пригнічення росту колоній і швидкості росту міцелію. ФІТОЦИДІ проявляє змінний ефект із подальшим інгібуванням розвитку патогена. Отримані результати підтверджують перспективність біопрепаратів для екологічно безпечного захисту томатів.

**Ключові слова:** томати, біоконтроль, *Alternaria alternata*, кліматичні зміни, органічне землеробство.

Bezobchuk M.R., student

Bashta O.V., candidate of biological sciences, associate professor

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

**Humennyi D.V., PhD student**

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

## **MECHANISMS OF BIOREGULATION OF MELANIN-CONTAINING PHYTOPATHOGENIC MICROMYCETES IN AGROCENOSSES OF *SOLANUM LYCOPERSICUM* L.**

**Abstract:** The effectiveness of the biopreparations MYCOHELP and PHYTOCIDЕ in the bioregulation of phytopathogenic micromycetes of tomato under climate change conditions was investigated. The endophytic mycobiota of tomato was found to include 14 species, with the melanin-containing pathogen *Alternaria alternata* being dominant. A significant effect of the biopreparations on the growth and development of the pathogen was demonstrated. MYCOHELP provided the most pronounced inhibition of colony growth and mycelial growth rate. PHYTOCIDЕ showed a variable effect with subsequent suppression of pathogen development. The results confirm the potential of biopreparations for environmentally safe tomato protection.

**Keywords:** tomatoes, biocontrol, *Alternaria alternata*, climate change, organic farming.

У сучасних умовах розвитку сільського господарства все більшої актуальності набуває екологізація систем захисту рослин. Томати є однією з найбільш поширених овочевих культур, проте водночас – чутливими до широкого спектра фітопатогенів. Застосування біопрепаратів у посівах томатів є ключовим елементом сучасного органічного землеробства. Воно забезпечує захист від хвороб та шкідників, стимулює ріст рослин, підвищує врожайність на (21–45%) та дозволяє уникнути накопичення токсичних хімічних сполук у плодах. Застосування біопрепаратів у посівах томатів є особливо важливим в умовах змін клімату, коли підвищення температури та нестабільність зволоження сприяють активізації фітопатогенних мікроорганізмів. Використання біопрепаратів відповідає принципам інтегрованого та органічного землеробства і є важливою складовою сталого розвитку овочівництва в умовах змін клімату [1, 2].

Дослідження проводили в лабораторії біоконтролю агроecosystem і органічного виробництва Інституту агроecології і природокористування НААН. Зразки томатів відбирали на дослідних ділянках та Сквирської дослідної станції органічного виробництва НААН. Для дослідження було обрано два сорти томатів вітчизняної селекції Севен та Гейзер, які різняться за типом та призначенням. Для вивчення біорегуляції фітопатогенів в агроценозах томатів було обрано два біопрепарати МІКОХЕЛП та ФІТОЦИД, які здатні покращувати адаптаційний потенціал рослин за дії абіотичних і біотичних стресів. Для оцінювання дії досліджуваних препаратів на мікроміцети було обрано модифікований дискодифузійний метод [3]. Відбір зразків листків, стебел і плодів здійснювали протягом вегетаційного періоду з подальшим мікологічним аналізом [4]. Для оцінки видового різноманіття мікроміцетів використовували методи порівняльної флористики – розраховували частоту трапляння у відсотках, використовуючи коефіцієнт Тюрінга [5].

Ендофітна мікобіота рослин томатів була представлена 14-ма видами мікроміцетів. Слід зазначити, що типовими домінуючими видами були: *Alternaria alternata*, *Alternaria solani* та *Penicillium digitatum*, *Fusarium oxysporum* з частотою трапляння у межах 51–98%.

Оскільки зміни клімату сприяють зростанню ролі меланінвмісних мікроміцетів, які завдяки пігменту меланіну характеризуються підвищеною стійкістю до абіотичних стресів і дії фунгіцидів, у подальшій роботі було вирішено визначити чутливість мікроміцету *Alternaria alternata* до біопрепаратів МІКОХЕЛП та ФІТОЦИД.

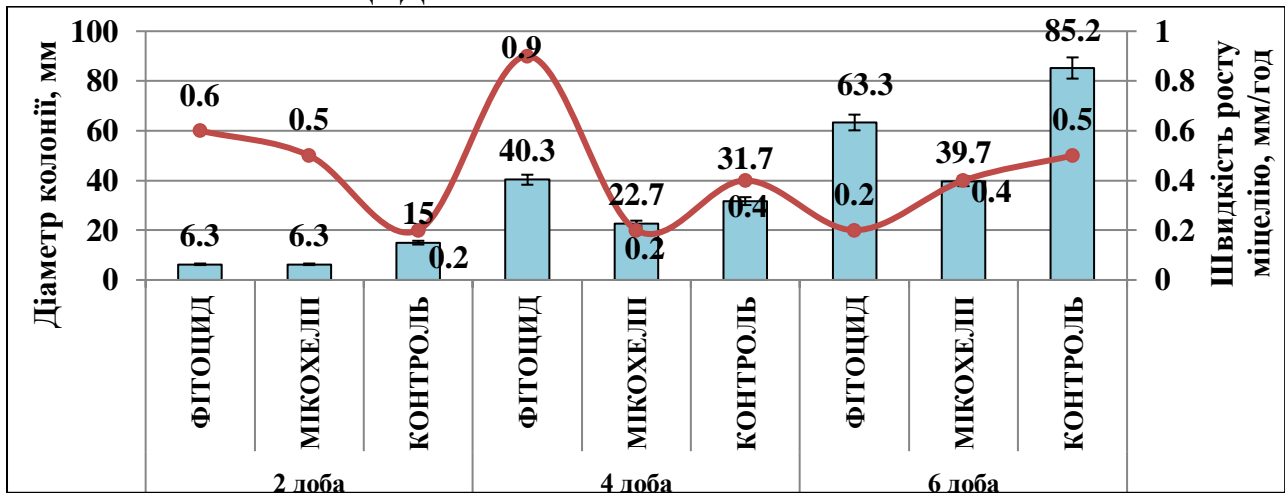


Рис. 1. Вплив біопрепаратів на ріст та розвиток мікроміцету *Alternaria alternata*

Динаміку росту міцелію *Alternaria alternata* за дії біопрепаратів ФІТОЦИД і МІКОХЕЛП у порівнянні з контролем оцінювали за двома показниками: діаметром колоній та швидкістю росту міцелію.

На 2-гу добу діаметр колоній у варіантах із ФІТОЦИДОМ і МІКОХЕЛПОМ був мінімальним – 6,3 мм і суттєво не відрізнявся між препаратами, тоді як у контролі показник був вищим – 15,3 мм. Швидкість росту міцелію при цьому знижувалася від 0,6 мм/год до 0,5 мм/год та 0,2 мм/год у контролі. На 4-ту добу за дії ФІТОЦИДУ спостерігалось різке посилення росту патогена: діаметр колоній досягав 40,3 мм, а швидкість росту – 0,9 мм/год, що перевищувало показники контролю. Натомість МІКОХЕЛП істотно пригнічував розвиток *A. alternata* (22,7 мм; 0,2 мм/год). На 6-ту добу найбільший розвиток гриба відмічено в контролі – 85,2 мм діаметр колонії та швидкість росту 0,5 мм/год. За дії ФІТОЦИДУ ріст був обмежений – 63,3 мм діаметр колонії та швидкість росту 0,2 мм/год, тоді як МІКОХЕЛП забезпечував більш виражене пригнічення (39,7 мм; 0,4 мм/год).

Загалом, застосування біопрепаратів, зокрема МікоХелпу, зумовлює істотне пригнічення росту *Alternaria alternata*: діаметр колоній зменшується у 1,8–2,4 раза, а швидкість росту міцелію – до 4,5 раза порівняно з контролем. За дії Фітоциду спостерігається стимуляція росту міцелію та збільшення швидкості росту, тоді як на 6-ту добу препарат забезпечує пригнічення розвитку патогена – діаметр колоній зменшується у 1,4 раза, а швидкість росту міцелію – у 2,5 раза порівняно з контролем.

Отже, результати демонструють, що біопрепарати істотно обмежують ріст і розвиток меланінвмісного мікроміцету *Alternaria alternata*, при цьому МІКОХЕЛП проявляє найбільшу ефективність, що робить його перспективним засобом біоконтролю фітопатогенів в умовах зростання кліматичних стресів.

Перспективними напрямками подальших досліджень є розширення спектра тестованих меланінвмісних мікроміцетів, оцінювання ефективності біопрепаратів за різних абіотичних стресів, а також вивчення впливу меланіну на механізми формування резистентності до біологічних засобів захисту рослин. Отримані результати можуть стати основою для розроблення екологічно безпечних систем захисту рослин в умовах кліматичних змін.

#### Список літератури

1. Леонтюк І.Б., Царук Д.В Ефективність застосування біопрепаратів при вирощуванні томатів в відкритому ґрунті «Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату»: матер. Всеукраїнської наукової Інтернет-конференції (27 червня 2025 року). Умань: Уманський НУ, 2025. 68 с.

2. Системи виробництва і застосування засобів біологізації землеробства : монографія. Київ : Аграрна наука, 2022. 406 с. doi:<https://doi.org/10.31073/978-966-540-558-0>

3. Salustra S. Urbin, Hailey Casey, Anna P.C. Price, Annette E. LaBauve, Carolyn L. Fisher Novel Disk diffusion Assay for Filamentous Fungi Susceptibility to antifungals (DAFFS), *Journal of Microbiological Methods*, Volume 235, 2025, doi:<https://doi.org/10.1016/j.mimet.2025.107145>.

4. ДСТУ 4180:2003. Карантин рослин. Методи мікологічної експертизи під карантинних матеріалів.[Чинний від 2002-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 58 с.

5. Леонтьев Д. В. (2007) Флористичний аналіз у мікології: підручник. – Х.: Вид. група «Основа».– 160 с.

**УДК: 632.7:633.11-152.61(477-191.2)**

**Горновська С.В.**, канд. с.-г. наук, доцент

**Сабадин В.Я.**, канд. с.-г. наук, доцент

**Шушківська Н.І.**, канд. с.-г. наук, доцент

*Білоцерківський національний аграрний університет*

[gornovskayasvetlana@ukr.net](mailto:gornovskayasvetlana@ukr.net)

## **ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ФІТОФАГІВ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Розвиток і пошкодження шкідниками пшениці озимої є актуальною проблемою для сільського господарства в Україні. До зростання чисельності комах і зміщення екологічного оптимуму їхнього розвитку призводять зміни клімату, а також висока спеціалізація господарств на вирощуванні зернових культур. Водночас через свою високу плодючість та інтенсивне розмноження найбільших збитків урожаю завдають саме домінуючі фітофаги. З метою захисту пшениці озимої від цього комплексу шкідливих організмів рекомендується застосовувати інсектициди та протруювачі, які дозволяють у стислі терміни контролювати широкий спектр шкідників.

**Ключові слова:** пшениця озима, шкідники, посіви, чисельність, аграрний сектор

**S.V. Hornovska, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor**  
**V.Ya. Sabadyn, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor**  
**N.I. Shushkivska, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor**  
*Bila Tserkva National Agrarian University*  
[gornovskayasvetlana@ukr.net](mailto:gornovskayasvetlana@ukr.net)

## **PHYTOSANITARY CONDITION OF WINTER WHEAT CROPS AND OPTIMIZATION OF PHYTOPHAGE CONTROL IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

Development and damage caused by pests to winter wheat remain a critical issue for agriculture in Ukraine. Climate change, along with the high specialization of farms in grain production, leads to an increase in insect populations and a shift in the ecological optimum of their development. At the same time, due to their high fecundity and intensive reproduction, it is the dominant phytophages that cause the greatest crop losses. In order to protect winter wheat from this complex of harmful organisms, it is recommended to apply insecticides and seed treatments, which allow for the rapid control of a wide range of pests.

**Key words:** winter wheat, pests, crops, population density, agricultural sector.

В Україні однією з провідних галузей аграрного сектору, що має вирішальний вплив на продовольчу безпеку держави та підвищення добробуту населення, є виробництво зерна. Серед усіх зернових культур, головне місце займає пшениця, яка є основною продовольчою культурою у світі та являється базовим компонентом раціону населення України.

За площею посівів, вона займає перше місце серед колосових культур. Основними світовими виробниками пшениці є Канада, США, Індія, Іспанія, Аргентина та Австралія. Україна входить до провідної групи країн за площами посівів та валовими зборами зерна.

Глобальний розвиток аграрного сектору, зокрема в Україні, гостро ставить питання нарощування обсягів виробництва зернових, де провідне місце посідає пшениця озима. В Україні під цю стратегічну культуру щороку відводиться від 5 до 7 млн. га (переважно в зонах Степу та Лісостепу, що охоплює близько 90 % її посівів), а її частка в загальному обсязі зернозаготівель сягає понад 70 %. Водночас як на вітчизняному, так і на світовому рівнях спостерігається небезпечне скорочення фонду орних земель. В Україні цей процес зумовлений військовими діями, мінуванням та деградацією ґрунтів, тоді як у світі - ерозією, виснаженням ресурсів та урбанізацією. За таких умов гарантування продовольчої безпеки зміщується в площину інтенсифікації землеробства. Головними важелями підвищення врожайності зернових культур сьогодні є впровадження кліматично адаптованих агротехнологій, модернізація селекційно-генетичних підходів, а також оптимізація логістики та виробничої спеціалізації [3].

Серед основних чинників, що негативно впливають на ріст, розвиток і формування якісного зерна, істотну роль відіграють шкідливі організми. Протягом останніх років, значного поширення набули патогени пшениці, серед

яких найчастішими є збудники борошнистої роси, фузаріозу колосу, септоріозу, різні види іржі, кореневі гнилі та сажкові хвороби. Останнім часом, спостерігається тенденція до поширення пероноспорозу пшениці. Паралельно зростає чисельність фітофагів – як поліфагів, так і вузькоспеціалізованих видів. У середньому, потенційні втрати врожаю пшениці озимої від комплексу шкідливих організмів оцінюються на рівні 25-70 % [1, 2].

За сучасними прогностичними оцінками, деструктивний вплив комплексу шкідливих організмів зумовлює глобальний недобір валової продукції зернових колосових культур в обсязі близько 10 мільйонів тонн, що еквівалентно втраті майже 20 % світового урожаю зерна [4]. У загальній структурі цих втрат частка збитків, спричинених безпосередньо фітофагами, становить до 10 % [5].

В агроценозах України серед патогенної ентомофауни особливу загрозу становить комплекс комах із сисним ротовим апаратом. Найпоширенішими і найнебезпечнішими шкідниками зернових культур у цій екологічній ніші посідають клопи-щитники (родина *Pentatomidae*), злакові попелиці (родина *Aphididae*), а також представники рядів трипсів (*Thysanoptera*) та цикадок (*Cicadinea*).

За результатами досліджень, проведених у господарствах Київської області протягом 2024-2025 рр. встановлено, що у період фази сходів-кущіння, основними шкідниками були злакові попелиці. Середня чисельність, яких становила 16,2 особини на рослину або близько 30,4 % від загальної кількості шкідливого ентомокомплексу. Найбільшу щільність попелиць зафіксовано у фазу наливу зерна – 38,6 особин на рослину, після чого їх чисельність поступово зменшувалася до збирання врожаю. Зниження популяційної щільності, зумовлено було огрубінням тканин рослин, погіршенням умов живлення, а також активною діяльністю природних ентомофагів. В цей період на посівах, відмічено наявність цикадок середня щільність яких становила 13,3 екз./м<sup>2</sup>. Частина їх популяції перезимувувала безпосередньо на посівах озимих культур. У фазу кущіння пшениці чисельність як попелиць, так і цикадок не перевищувала економічного порогу шкідливості. Протягом усєї вегетації у фітоценозі пшениці озимої, відзначалася стала присутність цикадок, причому їх максимальна щільність спостерігалася у фазу наливу зерна – 22,1 екз./м<sup>2</sup>.

Узагальнення результатів досліджень фітосанітарного стану посівів, виконаних упродовж 2024-2025 рр. засвідчили наявність прямої залежності між стримуванням шкідливості сисних ентомокомплексів та збереженням густоти сходів культури. Максимальні показники густоти стояння рослин зафіксовано у варіанті із застосуванням інсектицидного протруювача Круізер 350 FS, т.к.с., де цей параметр становив 549,0 шт./м<sup>2</sup>, тоді як за використання препарату Гаучо 70% з.п. він обмежувався 518,0 шт./м<sup>2</sup>.

На основі проведених обліків встановлено високу технічну ефективність усіх досліджуваних інсектицидів у регулюванні чисельності попелиць, клопів і трипсів. Водночас найвищою здатністю до пригнічення щільності популяцій

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

зазначених фітофагів відзначалися препарати Енжіо 247 SC, к.с. (із нормою витрати 1,8 л/га) та Нурел Д, к.е. (із нормою витрати 1,1 л/га).

**Список літератури**

1. Горновська С.В., Кулик Р.М. Шкідливість злакових попелиць в умовах Центрального Лісостепу України. Аграрна наука і освіта: історичний екскурс, сучасна парадигма, стратегія розвитку: Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках IX наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2024», 15 березня 2024 р., с. Крути, Чернігівська обл.) / ДС «Маяк» ІОБ НААН. 2024. С. 50-53.
2. Доля М. М., Мороз С. Ю., Панчук Т. В., Полков В. С. Контроль шкідників за сучасних особливостей формування і саморегуляції ентомокомплексів // Аграрні інновації. 2024. № 26. С. 29-36.
3. Економічна ефективність виробництва озимої пшениці в Україні : аналітичний звіт за заг. ред. НУБіП України. Київ, 2024. 45 с.
4. FAO. The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome: FAO, 2019. 182 p.
5. Oerke E.C. Crop losses to pests. Journal of Agricultural Science. 2006. Vol. 144. P. 31-43.

**УДК: 631.5:633.1**

**Волошин В.М.**, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник  
Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії  
аграрних наук України»

**Копитець Н.Г.**, кандидат економічних наук, старший науковий співробітник  
Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки»  
nataliia\_kopitets@ukr.net

## **ЗМІНА ПОКАЗНИКІВ КОЛОСУ В СОРТІВ ОЗИМОГО ЖИТА ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТІВ**

У дослідженні визначено зміну показників колосу в сортів озимого жита залежно від застосування мікродобрих, стимуляторів та регуляторів росту рослин. Встановлено позитивні зміни показників колосу в обох сортів озимого жита при внесенні препаратів порівняно з контролем. Найкращі показники колосу отримано за комплексного застосування препаратів.

**Ключові слова:** озиме жито, сорт, мікродобрива, стимулятори, регулятори росту рослин.

**Voloshyn V., candidate of agricultural sciences, senior researcher**

National Scientific Center "Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine"

**Kopytets N., candidate of economic sciences, senior researcher**

National Scientific Center "Institute of Agrarian Economy"

## **CHANGES IN EAR INDICATORS IN WINTER RYE VARIETIES DEPENDING ON THE USE OF PREPARATIONS**

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

The study determined the change in ear indicators in winter rye varieties depending on the use of microfertilizers, stimulators and plant growth regulators. Positive changes in ear indicators were established in both varieties of winter rye when the preparations were applied compared to the control. The best indicators of the ear are obtained with the complex use of preparations.

**Keywords:** winter rye, variety, microfertilizers, stimulators, plant growth regulators.

Жито в Україні є важливою продовольчою культурою. Житній хліб висококалорійний, містить повноцінні білки та вітаміни, має добрий смак і приємний запах [1]. Жито на зелену масу, житнє борошно та висівки є цінними кормами для худоби. Цю культуру вирощують навіть на бідних, піщаних або кислих ґрунтах, де інші зернові, такі як пшениця, можуть мати низьку врожайність, або й не вижити. Отже, воно є варіантом для рослинництва на полях із менш родючими ґрунтами.

У даний час використання мікродобрив, стимуляторів та регуляторів росту є необхідними елементами вирощування озимого жита. Ці препарати оптимізують живлення рослин, стимулюють їх розвиток і позитивно впливають на врожайні властивості насіння озимих культур [2]. Втім, механізм їхньої дії на рослинний організм розкритий недостатньо й вимагає більш поглибленого вивчення та обумовлює актуальність дослідження.

Дослідження проводилося в умовах тимчасового досліду польової сівозміни у Національному науковому центрі «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України» у 2021-2023 рр. (сmt Чабани, Фастівський р-н, Київська обл.). Основні елементи технології вирощування загальноприйняті для зони Лісостепу, окрім досліджуваних чинників.

Мета дослідження – визначити зміни показників колосу в сортів озимого жита залежно від застосування препаратів.

Для покращення росту та розвитку рослин, разом з основним удобренням важливе значення має застосування сучасних мікродобрив, стимуляторів і регуляторів росту рослин. Як відомо, найкращий спосіб забезпечення рослин мікроелементами є позакореневе підживлення, головним чином у фазах інтенсивного росту і розвитку, коли елементи живлення засвоюються у великих кількостях, а коренева система не завжди здатна засвоїти їх у повному обсязі до потреби. У стресових ситуаціях (посуха, низькі температури тощо) позакореневе підживлення є практично єдиним способом забезпечення рослин деякими елементами живлення, особливо мікроелементами.

У дослідженні позакореневе підживлення було проведено препаратами:

- Браман мультикомплекс (мікродобриво – обприскування по вегетації у фазі виходу в трубку),
- Енергія Фреш (регулятор росту – обприскування по вегетації у фазі весняного кущіння),
- Мувер (стимулятор росту – обприскування по вегетації у фазі весняного кущіння).

Зміну показників колосу оцінювали за висотою рослин, довжиною колосу, кількістю колосків, кількістю зерен та масою зерна у колосі.

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

Одним із основних морфобіологічних показників озимих зернових культур є висота рослин. Для росту рослин властивий високий ступінь взаємозв'язку його показників із параметрами продукційного процесу і ходу формування врожаю. Ця особливість дає змогу використовувати висоту рослин як тест під час агрономічного контролю і програмування врожаю. У фазі виходу в трубку, коли відбувається ріст рослин і формується основна частина біомаси, висота рослин характеризує їх реакцію на умови живлення. За результатами досліджень у середньому за 2021-2023 рр. виявлено різний вплив мікродобрів, стимуляторів та регуляторів росту на висоту рослин озимого жита залежно від сорту (табл. 1).

**Таблиця 1 - Показники колосу в сортів озимого жита залежно від застосування мікродобрів, стимуляторів та регуляторів росту**

Варіанти обробки	Показники колосу				
	Висота рослин, см	Довжина колосу, см	Кількість колосків, шт	Кількість зерен, шт	Маса зерна з колосу, г
<b>Сорт Левітан</b>					
Контроль – без обробки	133,6	10,3	22,8	44,6	0,97
Браман мультикомплекс	135,5	10,9	24,2	45,2	0,98
Енергія Фреш	135,8	11,0	24,2	44,7	0,98
Браман мультикомплекс + Енергія Фреш	136,8	10,8	23,9	46,3	0,99
Мувер	138,3	11,3	24,3	45,2	1,00
Мувер + Браман мультикомплекс	138,0	10,7	24,3	45,6	0,98
Мувер + Енергія Фреш	136,2	11,1	23,5	46,2	0,97
Мувер + Браман мультикомплекс + Енергія Фреш	138,3	11,3	25,6	46,3	1,00
<b>Сорт Сіверське</b>					
Контроль – без обробки	136,5	10,4	23,4	43,8	0,98
Браман мультикомплекс	138,2	10,9	24,0	44,4	0,98
Енергія Фреш	137,9	11,1	23,9	44,2	0,99
Браман мультикомплекс + Енергія Фреш	140,4	10,7	23,6	45,2	1,01
Мувер	141,8	11,2	24,7	45,3	1,01
Мувер + Браман мультикомплекс	141,0	11,2	24,4	45,4	0,99
Мувер + Енергія Фреш	138,5	11,2	24,3	45,0	0,98
Мувер + Браман мультикомплекс + Енергія Фреш	141,4	11,5	24,9	45,9	1,00

Так, у жита озимого сорту Сіверське найбільший приріст висоти рослин відмічено у варіантах, де застосовується вегетаційна обробка у фазі куцнення препаратом Мувер, по відношенню до контролю, відповідно 5,3 см. У жита озимого сорту Левітан найбільший приріст висоти рослин становив 4,7 см у варіантах, де застосовується Мувер + Браман мультикомплекс + Енергія Фреш по відношенню до контролю.

За показником довжини колосу у жита озимого сорту Левітан та Сіверське спостерігався незначний приріст даного показника по всіх варіантах порівняно з контролем. Найбільший приріст довжини колосу отримано за комплексного внесення препаратів, який становив 1,0 см у жита озимого сорту Левітан та 1,1 см – у жита озимого сорту Сіверське.

Кількість колосків у колосі сортів озимого жита зазнала незначних змін залежно від способів застосування препаратів. Простежується закономірність до збільшення показника кількості колосків у сортів жита озимого при комплексному застосуванні препаратів Мувер + Браман мультикомплекс + Енергія Фреш. Зокрема, на 2,8 шт. у сорту жита озимого Левітан і на 1,5 шт. у сорту жита озимого Сіверське.

Відразу ж після переходу рослин від вегетативного розвитку до генеративного за етапами органогенезу відбувається реалізація важливого елемента урожайності – кількості зерен колосу, від якого залежить рівень урожайності сортів озимого жита.

У проведених нами дослідженнях встановлено, що кількість зерен у колосі залежала від способів застосування препаратів та сорту. Комплексне застосування препаратів Мувер + Браман мультикомплекс + Енергія Фреш у обох сортів жита озимого забезпечує зростання озерненості колосу. Цей показник становив у сорту Сіверське 45,9 шт. проти контролю 43,8 шт, а у сорту Левітан – 46,3 шт порівняно з контролем 44,6 шт.

Одним із основних і завершальних складових елементів у формуванні врожаю зернових культур є маса зернівки. Цей параметр зумовлюється, в основному, завдяки вуглеводам, які накопичуються у ендоспермі. Фактично, якість зерна жита озимого прямо пов'язана з масою зернівки. Способи використання препаратів впливають на реалізацію цього елемента продуктивності, залежно від сорту. Поміж сортів, більша маса зернівок колосу в жита озимого була у сорту Сіверське порівняно з сортом Левітан.

Із урахуванням застосування мікродобрив, стимуляторів та регуляторів росту, найбільша маса зернівок колосу в жита озимого була у варіанті за внесення препарату Мувер та у варіанті з комплексним використанням препарату Мувер + Браман мультикомплекс + Енергія Фреш та. Вона становила в сорту Сіверське 1,01 г, а у сорту Левітан – 1,0 г і переважала контрольні варіанти на 0,03 г.

Отже, можна зробити наступний висновок, що застосування мікродобрив, стимуляторів і регуляторів росту позитивно змінює показники колосу. При цьому найкращі показники продуктивного колосу у обох сортів озимого жита отримано у варіанті за комплексного використання препаратів Мувер + Браман мультикомплекс + Енергія Фреш.

#### **Список літератури**

1. Гізетдінов Е.Р., Чухліб А.В. Статистичний аналіз урожайності жита в Україні. *SWorldJournal*. 2023. № 2. С. 17–21
2. Волошин В.М., Бондарчук А.А., Копитець Н.Г., Мазур В. О. Вплив мікродобрив, стимуляторів та регуляторів росту на врожайні властивості насіння озимих жита та тритикале

// Наукові читання до 85-річчя від дня народження В. Г. Вировця. Матеріали науково-практичної конференції. Глухів: Інститут луб'яних культур НААН. 2022. С. 28-30.

**УДК 632.4:633.11**

**Каплунов В.Р.**, менеджер з планування і координації дослідної роботи  
*ТОВ БАСФ Т.О.В.*

## **ПОШИРЕННЯ ТА РОЗВИТОК ОСНОВНИХ ХВОРОБ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В СФГ «МРІЯ»**

[vladyslav.kaplunov@basf.com](mailto:vladyslav.kaplunov@basf.com)

В СФГ «Мрія» Білоцерківського району, Київської області проведено фітосанітарний моніторинг поширеності та розвитку хвороб пшениці озимої. Встановлено вплив еколого-біологічних чинників на інтенсивність розвитку хвороб листя пшениці озимої, динаміку поширення, ступінь патогенності збудників, встановлені джерела інфекції.

**Ключові слова:** прогноз, збудники хвороб, пшениці озима, септоріоз, борошниста роса

**Kaplunov V.R.**, Manager of Research Planning and Coordination  
*BASF LLC*

## **PREVALENCE AND DEVELOPMENT OF MAJOR WINTER WHEAT DISEASES AT THE "Mriya" AGRICULTURAL ENTERPRISE**

A phytosanitary monitoring of the prevalence and development of winter wheat foliar diseases was conducted in the "Mriya" private peasant farm located in the Bila Tserkva district, Kyiv region. The study established the influence of ecological and biological factors on the intensity of winter wheat foliar disease development, the dynamics of their spread, the degree of pathogen virulence, and identified the sources of infection.

**Keywords:** forecast, disease pathogens, winter wheat, septoria, powdery mildew.

Вирощування пшениці озимої є одним із стратегічних напрямів розвитку аграрного сектору та зміцнення економіки України. Проте, останніми роками реалізація її потенціалу врожайності залишається неповною через значне поширення фітопатогенів, які негативно впливають на стан посівів.

Упродовж вегетаційного періоду зернові культури зазнають ураження великою кількістю патогенних організмів, серед яких окремі види трапляються особливо часто. Хвороби пшениці озимої суттєво погіршують урожайність і якість отриманого зерна. За оцінками фахівців, щорічні втрати валового збору зерна внаслідок розвитку хвороб становлять 20-30 %, а в роки масового поширення інфекцій можуть досягати 50 % [1].

Щорічно виробники зерна пшениці озимої стикаються з різноманітними фітосанітарними проблемами, які можуть значно знизити врожайність та якість урожаю. У зв'язку з цим важливо проаналізувати фітосанітарний стан цієї культури та шукати ефективні шляхи його покращення. Серед найпоширеніших

хвороб, які уражують рослини пшениці озимої: фузаріоз, різні види іржі, септоріоз, борошниста роса та інші.

Згідно з дослідженнями міжнародної організації SIMMITICARDA, захворювання пшениці діляться на такі групи: грибні (25 видів), бактеріальні (3 види), фізіолого-генетичні (4 види), нематодні (3 види), вірусні (1 вид) [3].

На зростання хвороб пшениці озимої у світі є ряд причин: глобальне потепління, господарська діяльність людини. Загальновізнаним фактом в останні роки є те, що клімат північної півкулі Землі досить швидко теплішає. Так, метеорологи встановили, що в Україні за останні роки температура повітря підвищилася на 0,3-0,6 °С, а за останні 100 років на 0,7 °С. Саме зміни погодних умов впливають на формування фітопатогенного комплексу в агроценозах [5, 6].

Ключовою умовою своєчасного та результативного захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів є проведення фітосанітарного моніторингу. Він являє собою систему комплексних обстежень посівів, спрямованих на визначення фізіологічного стану рослин, а також рівня їх ураження хворобами чи пошкодження шкідниками. Для ефективного планування захисних заходів важливо володіти інформацією щодо можливих змін у поширенні шкідливих організмів, прогнозувати інтенсивність їх розвитку, строки інфікування рослин і прояву симптомів захворювань. Саме завчасне передбачення цих процесів є основою прогнозування розвитку шкідливих організмів у рослинництві [4].

Останніми роками спостерігається розширення ареалу поширення та шкідливості збудників плямистостей листя пшениці озимої. У структурі комплексу захворювань провідне місце займають гриби-мікроміцети. Поширенню цих патогенів сприяють такі фактори, як висока насиченість сівозмін зерновими культурами, застосування поверхневого обробітку ґрунту та накопичення значної кількості рослинних решток на полях. Ураження рослин збудниками плямистостей призводить до скорочення асиміляційної поверхні листків, порушення фотосинтетичних процесів, що у свою чергу, зумовлює значні втрати врожаю до 40 % у роки епіфітотій, а також негативно впливає на якість зерна.

Під час моніторингових досліджень, проведених на посівах пшениці озимої в умовах СФГ «Мрія» Білоцерківського району, Київської області протягом 2024-2025 рр. було виявлено розвиток борошнистої роси, збудником якої є сумчастий гриб *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal. Симптоми захворювання спостерігалися на листках, стеблах і колосі у вигляді характерного білого павутиноподібного нальоту з обох боків листкової пластинки. Надалі наліт змінював забарвлення на жовтувато-сіре, а на його поверхні формувалися плодові тіла – клейстотеції, які мали вигляд дрібних чорних крапок. У процесі розвитку патогена були зафіксовані як конідіальна, так і сумчаста стадії.

Найвища шкідливість борошнистої роси проявлялася за поширення її на верхні яруси і колос. Це призвело до недобору 16 % врожаю, а при максимальному ступені ураження до 30 %. В результаті обстежень встановлено,

що максимальна шкідливість хвороби проявлялась на початку вегетації культури у фазах кушіння-цвітіння. При цьому розповсюдженість хвороби складала 4-16,8 %, розвиток – 0,4-6,2 % за середньодобової температури повітря +8,8...+14,5 °С, середньодобової вологості повітря 44-78 %.

Серед плямистостей листя пшениці така хвороба, як септоріоз займає чільне місце за шкідливістю й поширенням. Збудники септоріозу пшениці розвиваються в широкому діапазоні температури від 4-35 °С. Оптимальною є температура 20-22 °С. Інтенсивному розвитку захворювання сприяють часті дощі, коли відносна вологість повітря перевищує 80% .

Джерелом інфекції септоріозу листя є уражені частини рослин (на колосі і зерні не зберігається). Додатковим джерелом можуть бути дикорослі злакові та деякі дводольні рослини. Первинне зараження відбувається в період сходів культури.

На досліджуваних ділянках було виявлено збудника септоріозу пшениці, який належить до найбільш небезпечних і широко розповсюджених плямистостей листя пшениці. Збудником хвороби є гриб *Septoria tritici* Rob. et Desm., який здатний суттєво знижувати продуктивність культури. Особливо сприятливими для розвитку захворювання є умови підвищеної вологості повітря та надмірного зволоження, тому найбільшого поширення септоріоз набуває у вологих кліматичних зонах і в роки з великою кількістю опадів.

Під час фітосанітарного моніторингу досліджуваних ділянок встановлено максимальний ступінь розвитку септоріозу у фазі молочно-воскової стиглості - 47,7-78,1 %, розвиток хвороби 10,9-18,23 % за середньодобової температури повітря +18,5...+23,2 °С, середньодобової вологості повітря 52-90 %.

Для запобігання поширення хвороби рекомендується вирощування стійких сортів, обов'язкове дотримання сівозміни та просторової ізоляції полів озимих від ярих культур, строків посіву та встановлених норм висіву для недопущення загущення посівів; механізований обробіток ґрунту (культивуація та боронування задля усунення інфекції у сходах падалиці та бур'яну). Рання та своєчасна діагностика хвороб озимих зернових культур та вчасна оцінка фітопатологічного стану є важливими складовими раціонального проведення захисних заходів в період вегетації.

Основними заходами, що знижують накопичення інфекції в ґрунті, є сівозміна та глибока оранка. Проти кореневих гнилей, борошнистої роси, септоріозу, снігової плісняви рекомендовано також передпосівне протруєння насіння препаратами, внесеними до «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

#### Список літератури

1. Ретьман С.В. Плямистості пшениці в Лісостепу України й концептуальні основи захисту: автореф. дис. на зд. наук. ст. доктора с.-г. наук: спец. 06.01.11 – «Фітопатологія» / С.В. Ретьман.-К., 2009. 43 с.
2. Панченко Т.В. Розвиток збудника борошнистої роси у посівах сортів та сортосумішей пшениці озимої м'якої в умовах Лісостепу України / Т.В. Панченко, С.В. Горновська, Л.А. Правда // Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку:

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (Біла Церква, 28 березня 2024 р.). Біла Церква: БНАУ, 2024. С. 265-268.

3. <https://www.icarda.org/>.

4. Горновська С.В., Броун І.В. Сучасні методи контролю збудників бактеріальних хвороб зернових культур. Proceedings of the 10 th International Scientific and Practical Conference «Global and Regional Aspects of Sustainable Development» (May 26-28, 2024). Copenhagen, Denmark. С. 347-349.

5. Chakraborty, S.; Newton, A.C. Climate change, plant diseases and food security: An overview. Plant Pathol. 2011, С. 2 - 14.

6. FAO. The Future of Food and Agriculture - Alternative Pathways to 2050, Summary version; FAO: Rome, Italy, 2018. С. 5-12.

**УДК 634.11:547**

**Леус В.В.**, канд. с.-г. наук, доцент,  
Державний біотехнологічний університет  
[vitaliyleus79@gmail.com](mailto:vitaliyleus79@gmail.com)

**Шубенко Л.А.**, канд. с.-г. наук, доцент  
Білоцерківський національний аграрний університет  
[Shubenko.l@ukr.net](mailto:Shubenko.l@ukr.net)

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МАШИНИ DARWIN ДЛЯ ПРОРІДЖЕННЯ ЗАВ'ЯЗІ В ІНТЕНСИВНИХ НАСАДЖЕННЯХ ЯБЛУНІ**

Регулярне отримання високоякісної продукції садівництва вимагає щорічного підтримання фізіологічної рівноваги дерев шляхом плодового навантаження. Для вирішення цього питання в інтенсивних яблуневих садах використовують прорідження зав'язі. На сьогодні активно застосовують механічний та хімічний способи прорідження. Для проведення механічного прорідження практикують машину «Дарвін» (Darvin), яка забезпечує раннє прорідження на рівні 30-50% від навантаження дерев квітами.

**Ключові слова:** яблуня, інтенсивний сад, прорідження зав'язі, машина «Дарвін» (Darvin)

За своїми фізіологічними особливостями яблуня схильна зав'язувати дуже велику кількість плодів. Основна маса сортів яблуні утримують більшість цієї зав'язі протягом усього вегетаційного періоду, що дає в результаті багато дрібних, погано забарвлених плодів низької якості і смакових показників. Надмірна урожайність призводить до зменшення розміру плодів, зниження вмісту цукру, періодичності плодоношення. Управління навантаженням досягається шляхом проріджування квітів та плодів. Мета полягає в тому, щоб знайти баланс між зменшенням кількості плодів на дереві та досягненням задовільної врожайності, якості та уникнення періодичності плодоношення. Прорідження зав'язі – видалення частини зав'язі до початку її розвитку, що дозволяє підвищити якість плодів, що залишилися на дереві і частково подолати тенденцію до періодичності плодоношення у окремих сортів [1].

Ще на початку ХХ століття садівники і науковці вивчали шляхи подолання періодичності плодоношення у наявних на той час сортів. Було встановлено, що

обмежуючи кількість квітів і зав'язі на дереві можна контролювати періодичність плодоношення сортів яблуні. Також було доведено, що прорідження зав'язі не тільки дозволяє нівелювати періодичність плодоношення, а й істотно покращує розмір, вагу і забарвлення плодів. Терміни і інтенсивність прорідження сильно впливають на плодоношення в наступному і послідуєчих роках. Прорідження зав'язі в 30-денний період після цвітіння є винятково ефективним заходом подолання періодичності плодоношення.

Прорідження зав'язі або квітів є необхідним елементом технології у сучасному інтенсивному садівництві, що спрямоване на підвищення урожайності, отримання однорідної за розміром, кольором, формою і якістю партії плодів і покращення квітування в наступному році. Прорідження також сприяє щорічному і більш рівномірному плодоношенню, що дозволяє більш ефективно планувати виробничий процес [2].

На сьогодні активно впроваджується виконання прорідження зав'язі яблуні механічним способом, використовуючи для цього спеціальну машину «Дарвін» (Darvin). Механічне прорідження зав'язі яблуні машиною «Дарвін» (Darvin) - це високоефективний та швидкий спосіб нормування врожаю, який базується на оббиванні зайвих квітів за допомогою роторних барабанів зі спеціальними гнучкими полімерними шнурами [3, 4]. Машина рухається вздовж ряду і полімерні шнури, що обертаються з швидкістю 220-300 обертів за хвилину збивають частину квітів, за рахунок чого і відбувається прорідження зав'язі. Машина складається з обертового вертикального шпинделя, оснащеного кількома гнучкими полімерними шнурами.

Вона встановлена на передньому гідравлічному механізмі трактора та рухається по ряду. Інтенсивність проріджування контролюється швидкістю руху трактора (зазвичай від 4 до 8 км/год) та частотою обертання шпинделя (зазвичай від 200 до 320 об/хв) [5]. Основні переваги прорідження машиною «Дарвін» (Darvin):

1) На відміну від хімічних проріджувачів, механічне проріджування ефективно незалежно від погодних умов, забезпечуючи надійний результат. Даною машиною можливо працювати навіть під час дощу зменшивши кількість обертів шпинделя на 20 обертів від запланованих.

2) Зменшуючи максимально раннє навантаження, дерева виділяють більше ресурсів на решту яблук, суттєво збільшуючи їхню середню вагу та однорідність забарвлення.

3) Це єдиний спосіб прорідження (за винятком ручного), який є екологічно чистим і дозволяється до застосування в органічному садівництві [6].



Оптимальним часом застосування даного способу прорідження є період від фази “балон перед розкриттям” до фази, коли у суцвітті розкриється королівська квітка і 1-2 бічних. Більш пізнє прорідження може призвести до пошкодження плодів, що утворились з королівської квітки [1, 2]. Варто пам’ятати, що не бажано застосовувати машину «Дарвін» (Darvin) для прорідження після пізніх весняних заморозків, або на передодні.

За результатами наших досліджень застосування машини «Дарвін» (Darvin) позитивно впливає на зменшення кількості квітів на дереві. В результаті проведення прорідження кількість квітів на дереві зменшилась на 40-60% залишивши в кожному кластері з 5 квітів по 2-3 шт. (рис. 1). Даний спосіб прорідження варто використовувати лише коли на дереві сформувалося не менше 70 кластерів. Залежно від кількості кластерів на дереві підбирають необхідну частоту обертів. Встановлено, що при наявності 80-100 кластерів необхідно працювати з частотою 220-240 обертів, 100-120 кластерів – 240-260 обертів, більше 120 кластерів 260-280 обертів при швидкості руху трактора 6 км/год.



Рис. 1 Результат прорідження машиною «Дарвін» (Darvin)

Таким чином, механічне прорідження за допомогою машини «Дарвін» (Darvin) забезпечує максимально раннє прорідження і є невід’ємною частиною технології прорідження зав’язі яблуні в інтенсивних насадженнях. В поєднанні з іншими способами формує загальну технологію прорідження з метою забезпечення оптимального навантаження дерев плодами.

#### Список літератури

1. Леус В. В., Муленок Я. О. Способи прорідження зав’язі інтенсивних насаджень яблуні

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

сорту Ерлі Ред Ван (Ерован) в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2024. №24. С 96-100. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.13>

2. Леус, В. В., Шубенко, Л. А., Муленок, Я. О. Способи прорідження інтенсивних насаджень яблуні сорту Пінова в умовах лівобережного лісостепу України. *VII Міжнародна науково-практична конференція Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва Харків ДБТУ*. 2023. С. 130-132 <https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/45086>

3. Bhattarai U., Zhang Q., Karkee M. Design, integration, and field evaluation of a robotic blossom thinning system for tree fruit crops. *Journal of Field Robotics*. 2024. №41. P. 1366-1385. <https://doi.org/10.1002/rob.22330>

4. Kon T.M., Schupp J.R., Winzeler H.E., Marini R.P. Influence of mechanical string thinning treatments on vegetative and reproductive tissues, fruit set, yield, and fruit quality of ‘Gala’ apple. *HortScience*. 2013. №48: P. 40-46. [DOI: 10.21273/hortsci.48.1.40](https://doi.org/10.21273/hortsci.48.1.40)

5. McClure K.A., Cline J.A. Mechanical blossom thinning of apples and influence on yield, fruit quality and spur leaf area. *Canadian Journal of Plant Science*. 2015. №95: P. 887–896. [DOI: 10.4141/cjps-2014-421](https://doi.org/10.4141/cjps-2014-421)

6. Zhang C., Xi Z.C., Chen Du C.D. Precise Crop Load Management.” In Q. Zhang (ed.), *Automation in Tree Fruit Production: Principles and Practice*. CABI, 2018, P. 161-178. [https://ageconsearch.umn.edu/record/356843/files/cmsarticle\\_969May142025.pdf](https://ageconsearch.umn.edu/record/356843/files/cmsarticle_969May142025.pdf)

**УДК 630.42:631.147:631.95.**

**Лозінська Т.П.**, канд. с.-г. наук, доцент  
*Білоцерківський національний аграрний університет*  
[Lozinskatat@ukr.net](mailto:Lozinskatat@ukr.net)

## **ІНТЕГРАЦІЯ ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ У ПОЛЬОВІ СИСТЕМИ ЯК ШЛЯХ ДО СТАЛОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

Сучасне землеробство стикається з викликами деградації ґрунтів, втратами біорізноманіття та кліматичними змінами. Інтеграція деревних насаджень у польові системи сприяє збереженню ресурсів, формуванню сприятливого мікроклімату та підвищенню стійкості агроєкосистем. Показано, що агролісівництво є ефективним шляхом до сталого розвитку аграрного виробництва в Україні.

**Ключові слова:** агролісівництво, ресурсозбереження, сталий розвиток, агроєкосистеми, біорізноманіття

**Lozinska T.P., PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor**  
Bila Tserkva National Agrarian University

## **INTEGRATION OF WOODY VEGETATION INTO CROPPING SYSTEMS AS A PATHWAY TO SUSTAINABLE AGRICULTURE**

Modern agriculture faces the challenges of soil degradation, biodiversity loss, and climate change. The integration of woody vegetation into cropping systems promotes resource conservation, fosters a favorable microclimate, and enhances the resilience of agroecosystems. It is demonstrated that agroforestry is an effective pathway toward the sustainable development of agricultural production in Ukraine.

**Keywords:** agroforestry, resource conservation, sustainable development, agroecosystems, biodiversity.

Сучасне аграрне виробництво в Україні функціонує в умовах безпрецедентного тиску глобальних та регіональних викликів, серед яких найгострішими є прогресуюча деградація земельних ресурсів, критичне зниження біорізноманіття, антропогенні зміни клімату. Інтенсивне землеробство традиційного типу практично вичерпало свій екологічний ліміт, що зумовлює гостру потребу в переході до регенеративних та кліматично оптимізованих практик [1]. У цьому контексті особливого значення набувають інноваційні ресурсозберігаючі технології, серед яких агролісівництво (*agroforestry*) посідає одне з провідних місць у вітчизняній науковій дискусії. Інтеграція деревних насаджень у польові системи розглядається провідними українськими вченими не просто як механічний захист полів, а як високоефективний шлях до формування стійких агроєкосистем, що гармонійно поєднують високу продуктивність із екологічною рівновагою [2].

Численні емпіричні дослідження українських лісомеліораторів свідчать, що лісові смуги та комплексні захисні насадження мають глибокий меліоративний вплив на суміжний агроландшафт. З одного боку, вони оптимізують водний баланс території завдяки покращенню інфільтрації опадів, переведенню поверхневого стоку у внутрішньогрунтовий та зниженню непродуктивного випаровування з поверхні ґрунту. З іншого боку, розвинена коренева система дерев слугує надійним механічним та біологічним бар'єром, який ефективно стримує процеси водної та вітрової ерозії, що є критично важливим для збереження гумусового профілю українських чорноземів [3, 4].

Створюючи вертикальну структуру в ландшафті, деревні насадження суттєво трансформують мікроклімат: вони нівелюють екстремальні добові та сезонні температурні коливання, знижують швидкість вітру в приземному шарі (запобігаючи суховіям) й захищають посіви від механічних пошкоджень та теплового стресу. Окрім того, глибока коренева система дерев виконує функцію «насоса поживних речовин», вимиваючи мінеральні елементи з глибоких горизонтів ґрунту і повертаючи їх у верхні шари через опад листя, що інтенсифікує природний кругообіг речовин і дозволяє знизити залежність від дорогих синтетичних добрив [5].

Важливим екологічним ефектом впровадження систем орно-польового агролісівництва є радикальне збагачення біологічного різноманіття на мікро- та макрорівнях. Смуги дерев створюють екологічні коридори та стабільні біотопи для ентомофагів (корисних комах-хижаків) та птахів, які природним шляхом контролюють популяції шкідників сільськогосподарських культур, що дозволяє мінімізувати хімічне навантаження на довкілля. Водночас збільшення надходження органічної маси у ґрунт активізує діяльність ґрунтової мікробіоти, підсилюючи процеси секвестрації (зв'язування) вуглецю. Це робить агролісівницькі системи потужним інструментом декарбонізації вітчизняного аграрного сектору та виконання міжнародних кліматичних зобов'язань [6].

Соціально-економічний аспект впровадження таких систем демонструє високу диверсифікацію ризиків для вітчизняних агровиробників. Деревні компоненти агроєкосистем є постійним джерелом додаткових ліквідних ресурсів: високоякісної деревини від доглядових рубок, біомаси для локального енергетичного сектору, органічної мульчі, а також недеревних ресурсів лісу (горіхи, плоди, лікарська сировина, мед) [7]. Це дозволяє фермерським господарствам стабілізувати доходи в умовах високої волатильності ринку.

У перспективі для України, яка наразі зазнає відчутних кліматичних змін, масштабне відновлення, охорона та реструктуризація системи захисних лісосмуг є стратегічним пріоритетом. Широке впровадження агролісівництва в Україні здатне стати дієвим інструментом адаптації вітчизняного землеробства до нових гідротермічних умов, відновлення деградованих чорноземів Степу та Лісостепу і забезпечення довгострокової продовольчої безпеки держави [8].

Таким чином, системна інтеграція деревних насаджень у польові системи виходить за рамки класичного ресурсозберігаючого підходу. Вона є фундаментальним, науково обґрунтованим еволюційним напрямом розвитку сучасного українського землеробства, здатним забезпечити синергію між економічною рентабельністю агробізнесу та збереженням життєво важливих екосистемних функцій ландшафту.

#### Список літератури

1. Фурдичко О. І. Екологічні проблеми стану агросфери в контексті збалансованого розвитку природокористування в Україні Збалансоване природокористування. 2015. № 1. С. 5-11. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp\\_2015\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2015_1_3).
2. Юхновський В.Ю., Тупчий О.М. Агролісівництво – новітній етап розвитку агролісомеліорації. «Лісівництво, деревообробка та озеленення: стан, досягнення і перспективи»: Всеукраїнська наук.-практ. конф. з проблем вищої освіти і науки всистемі МОН, м. Харків, 22-23 листопада 2022 р. ДБУ, 2022. С. 37-38.
3. Гладун Г. Б., Гладун Ю. Г., Юхновський В. Ю. Оптимізація лісомеліоративного комплексу на адаптивно-ландшафтній основі. Науковий вісник Національного ун-ту біоресурсів і природокорист. України, 2013. 187 (2), С.104-111.
4. Лозінська Т.П. Стратегії у збереженні біорізноманіття України: від теорії до практики. XXVIII International scientific and practical conference «Prospects of Innovative Development in Science and Technology» (June 19-21, 2024) Gothenburg, Sweden. International Scientific Unity, 2024. 38-41 с. <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/11912>
5. Plieninger, T., Muñoz-Rojas, J., Buck, L.E. et al. Agroforestry for sustainable landscape management. *Sustain Sci* 15, 1255–1266 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00836-4>
6. Дребот О.І., Височанська М.Я., Комарова Н.В. Інституціональне забезпечення збалансованого використання та охорони земель сільськогосподарського призначення: монографія; за наук. ред. акад. НААН О.І. Дребот. Київ: Аграрна наука, 2021. 280 с.
7. Дребот О., Паляничко Н., Височанська М., Сахарнацька Л., Гадзало А. Вплив енергоефективності лісгосподарських підприємств на показники використання земель лісгосподарського призначення. *Agricultural and Resource Economics*. 2023. Vol. 9. No. 2. Pp. 111–135. <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.02.05>.
8. Лозінська Т.П., Масальський В.П., Пенькова С.В., Терновий Ю.В. Агролісівництво: забезпечення сталого розвитку агроєкосистем (огляд). «Агробіологія», 2025. № 1. С. 331–342. doi: 10.33245/2310-9270-2025-195-1-331-342. <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/14430>

УДК:631.147:631.582:624.131.4

**Мартинюк І.В.**, доктор с.-г. наук, доцент

**Савченко Є.Д.**, аспірант

*Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»*

*martynuk.ivan.v@gmail.com, evgensavchenko360@gmail.com*

## **УМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ І ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТІ ПІД ЗЕРНОВИМИ КУЛЬТУРАМИ КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ ОРГАНІЧНОЇ СІВОЗМІНИ**

Дослідженнями проведеними упродовж 2023–2025 рр. у стаціонарному досліді на чорноземі типовому малогумусному грубопилувато-легкосуглинковому Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН» встановлено, що системи органічного удобрення в посівах зернових культур короткоротаційної сівозміни практично не впливали на уміст мікроелементів і важких металів. Гранично допустима концентрація (ГДК) мікроелементів (мідь, цинк, нікель, марганець, залізо) знаходилися у межах фону, а важких металів (свинець, кадмій) – слабого рівня забруднення.

**Ключові слова:** важкі метали, біодобриво, мікроелементи, органічне удобрення, побічна продукція попередника

**Martynyuk I.V.**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

**Savchenko E.D.**, Postgraduate Student

*National Scientific Center "Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine"*

*martynuk.ivan.v@gmail.com, evgensavchenko360@gmail.com*

## **CONTENT OF MICROELEMENTS AND HEAVY METALS IN SOIL UNDER GRAIN CROPS OF SHORT-ROTATION ORGANIC CROP ROTATION**

Research conducted during 2023–2025 in a stationary experiment on typical low-humus coarse-silty-light loamy black soil of the Panfilov Research Station of the National Scientific Center "IZ NAAS" established that organic fertilizer systems in short-rotation crop rotation grain crops practically did not affect the content of trace elements and heavy metals. The maximum permissible concentration (MPC) of trace elements (copper, zinc, nickel, manganese, iron) was within the background, and heavy metals (lead, cadmium) - a weak level of contamination.

**Keywords:** heavy metals, biofertilizer, trace elements, organic fertilizer, precursor by-products

За ведення органічного виробництва важливим є визначення вмісту як надмірної кількості важких металів, так і недостатньої забезпеченості ґрунту мікроелементами, що може впливати на якість продукції, здоров'я людини, відтворення та збереження родючості ґрунту [1].

В Україні значну увагу приділяють умісту важких металів у ґрунті, тому, що вони здатні нагромаджуватись і призводити до погіршення його властивостей

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

[2,3]. Збільшення або зменшення їх умісту в ґрунті призводить до пригнічення росту та розвитку, а іноді й до загибелі рослин [4,5].

Уплив різних систем органічного удобрення (*контроль, п.п.п., п.п.п.+сидерат, п.п.п.+біодобриво, п.п.п.+сидерат.+біодобриво*) на уміст мікроелементів і важких металів у ґрунті під зерновими культурами короткоротаційної сівозміни (*соя – пшениця яра – просо*) вивчали упродовж 2023–2025 рр. (табл. 1) на чорноземі типовому малогумусному грубопилувато-легкосуглинковому у стаціонарному досліді закладеному у 2021 р. на Панфільській дослідній станції ННЦ «ІЗ НААН».

**Таблиця 1 – Уміст рухомих форм мікроелементів і важких металів, мг/кг ґрунту, залежно від системи органічного удобрення, середнє за 2023–2025 рр.**

Система удобрення	Шар ґрунту, см	Мідь, Cu	Цинк, Zn	Свинець, Pb	Нікель, Ni	Кадмій, Cd	Марганець, Mn	Залізо, Fe
<b>Соя</b>								
П.п.п.* (контроль)	0–20	0,13	0,48	0,95	0,72	0,12	7,38	1,88
	20–40	0,13	0,43	0,93	0,63	0,12	7,58	1,54
П.п.п. + сидерат (редька олійна)	0–20	0,42	0,47	0,85	0,69	0,12	6,09	1,78
	20–40	0,12	0,45	0,85	0,65	0,11	6,30	1,45
П.п.п. + «Біо-Гель»	0–20	0,13	0,47	0,88	0,73	0,13	6,59	1,77
	20–40	0,13	0,46	0,83	0,67	0,11	6,78	1,61
П.п.п. + сидерат (редька олійна)+ «Біо-Гель»	0–20	0,14	0,48	0,88	0,72	0,12	6,72	1,86
	20–40	0,12	0,36	0,80	0,62	0,12	7,14	1,41
<b>Пшениця яра</b>								
П.п.п. (контроль)	0–20	0,42	0,51	0,96	0,53	0,12	11,31	2,04
	20–40	0,14	0,39	0,81	0,61	0,12	10,26	1,61
П.п.п. + сидерат (редька олійна)	0–20	0,13	0,54	0,86	0,58	0,12	10,63	2,18
	20–40	0,12	0,40	0,91	0,68	0,12	8,63	1,45
П.п.п. + «Біо-Гель»	0–20	0,12	0,53	0,88	0,61	0,13	9,97	2,10
	20–40	0,13	0,41	0,79	0,63	0,08	9,02	1,50
П.п.п. + сидерат (редька олійна)+ «Біо-Гель»	0–20	0,12	0,51	0,96	0,61	0,11	9,75	1,95
	20–40	0,43	0,58	0,85	0,54	0,13	8,31	1,60
<b>Просо</b>								
П.п.п. (контроль)	0–20	0,13	0,52	1,02	0,56	0,12	7,53	1,95
	20–40	0,13	0,43	1,26	0,61	0,12	6,65	1,85
П.п.п. + сидерат (редька олійна)	0–20	0,43	0,46	1,02	0,68	0,13	7,08	2,04
	20–40	0,13	0,58	0,92	0,56	0,11	5,69	1,39
П.п.п. + «Біо-Гель»	0–20	0,14	0,48	0,98	0,69	0,12	7,18	1,99
	20–40	0,12	0,55	0,89	0,59	0,12	6,24	1,43
П.п.п. + сидерат (редька олійна)+ «Біо-Гель»	0–20	0,14	0,47	0,91	0,59	0,12	8,01	2,06
	20–40	0,12	0,43	0,84	0,50	0,12	6,92	1,37
<b>ГДК</b>		<b>3,0</b>	<b>23,0</b>	<b>6,0</b>	<b>4,0</b>	<b>0,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

\*Примітка: п.п.п. – побічна продукція попередника

За результатами проведених досліджень у 2023–2025 рр. виявлено, що уміст мікроелементів і важких металів в орному 0–20 та підорному 20–40 см шарах ґрунту за різних систем удобрення зернових культур у короткоротаційній сівозміні не перевищував ГДК (гранично допустима концентрація) і знаходилися у межах фону (мідь, цинк, нікель, марганець, залізо) та слабого рівня забруднення (свинець, кадмій).

Уміст рухомих форм міді в ґрунті був у межах від низького до середнього (0,12–0,42 мг/кг), уміст рухомих форм цинку знаходився в межах від дуже низького до низького (0,36–0,58 мг/кг), а рухомих форм марганцю в ґрунті, у середньому за 2023–2025 рр., від низького 6,09 до підвищеного 11,31 мг/кг умісту. Свинцю і нікелю у ґрунті в шарах 0–20 та 20–40 см було в межах від 0,79 до 1,26 мг/кг та від 0,50 до 0,73 мг/кг відповідно, що значно менше від гранично допустимої концентрації.

Таким чином, системи органічного удобрення зернових культур у короткоротаційній сівозміні не мали істотного впливу на уміст мікроелементів і важких металів в орному 0–20 та підорному 20–40 см шарах ґрунту у середньому за 2023–2025 рр., був суттєво нижчим за гранично допустиму концентрацію (ГДК), що вказує на сприятливий стан ґрунту для отримання рослинницької продукції за органічного виробництва.

#### Список літератури

1. Корсун С. Г., Клименко І. І. Екоотоксикологічний статус систем удобрення культур зерново-просапної сівозміни [Монографія] /С. Г. Корсун, І. І. Клименко. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. 212 с.
2. Буслаєва Н. Г., Клименко І. І., Довбаш Н. І. Вплив різних фонів важких металів на варіабельність рухомих форм поживних елементів. Агротехнології для сталого виробництва конкурентоспроможної продукції. Матеріали наук.-практ. конф. Молодих учених і спеціалістів. Чабани, 28–30 листопада 2012 р. Київ: Едельвейс, 2012. С. 54–55.
3. Малишева Л. Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану території. Київ: Київський університет, 1998. 131 с.
4. Биндич Т. Ю., Мурза І. Ф. Міграційні здібності важких металів при поліелементному складі забруднювачів. Агрохімія і ґрунтознавство. Спец. вип. до Взаїзду УТГА, 6-10 липня 1998, м. Рівне, Харків, 1998. Ч.4. С.181–183.
5. Плішко А. А., Майстренко М. І. Охорона сільськогосподарських угідь від забруднення. Київ: Урожай, 1985. 160 с.

УДК 632.7:633.11:57.045

**Борисенко В.І.**, канд.с.-г. наук

**Васьківська С.В.**, м.н.с.

Панфільська дослідна станція, ННЦ «Інститут землеробства НААН»

00496871@ukr.net

## ДИНАМІКА ШКІДЛИВОГО ЕНТОМОКОМПЛЕКСУ В АГРОЦЕНОЗАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

У поданому дослідженні проаналізовано динаміку чисельності ентомокомплексу на прикладі основних шкідників пшениці озимої. Встановлено кореляційний зв'язок чисельності шкідників з сумою ефективних температур та обсягами хімічних обробок в розрізі природно-кліматичних зон України. Зосереджено увагу на тенденціях стану популяцій в умовах змін клімату та динаміки пестицидного навантаження на агроценози пшениці озимої.

**Ключові слова:** шкідливий ентомокомплекс, пшениця озима, сума ефективних температур, динаміка чисельності, захисні заходи.

**Borysenko V.I., candidate of agricultural sciences**  
**Vaskivska S.V., junior research associate**  
Panfil Research Station

## **DYNAMICS OF HARMFUL ENTOMOCOMPLEX IN AGROCENOSSES OF WINTER WHEAT IN CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE**

The presented study analyzed the dynamics of the number of entomocomplexes using the example of the main pests of winter wheat. A correlation between the number of pests and the sum of effective temperatures and the volume of chemical treatments in the context of natural and climatic zones of Ukraine was established. Attention was focused on the trends in the state of populations under climate change and the dynamics of pesticide loads on winter wheat agrocenoses.

**Key words:** harmful entomocomplex, winter wheat, effective sum of temperatures, population dynamics, population dynamics, protective measures.

В умовах зміни клімату шкідливість певного виду комах-фітофагів може як збільшуватися, так і зменшуватися внаслідок тривалого потепління. З поміж основних чинників, що визначають зміни клімату, температура стає вирішальним фактором навколишнього середовища, що впливає на поведінку комах, їх поширення, закономірності розвитку та розмноження, оскільки вони є пойкилотермними організмами [1-2]. (Kocmánková et al., 2009; Skend'zi'c et al., 2021). Підвищення температури, як правило, прискорює процеси живлення, росту і мобільності комах, що впливає на репродуктивну здатність, рівень виживання, тривалість покоління, чисельність популяції та географічне поширення. При цьому прояви реакції комах на температурні зміни носять багатогранний характер: види, які не здатні адаптуватися до підвищених температур, стикаються з ризиком скорочення популяцій, тоді як інші можуть розмножуватися прискореними темпами та набувати більшої шкодочинності. В зв'язку з цим особливої актуальності набувають багаторічні спостереження за динамікою чисельності комах для визначення тенденцій стану їх популяцій в умовах змін клімату на території України, де потепління відбувається навіть швидше, ніж в інших регіонах Північної півкулі [3].

Метою досліджень є проведення аналізу багаторічної динаміки чисельності популяцій основних шкідників посівів пшениці озимої у різних природно-кліматичних зонах України за умов природного потепління клімату в період 2005 – 2020 рр. Як вихідні дані використовували результати державного моніторингу розвитку та розповсюдження шкідників в агроценозах пшениці та прогнозу їхнього фітосанітарного стану впродовж 2005-2020 рр. Для оцінки динаміки природного потепління використовували багаторічну базу даних гідрометеоцентру України; обраховували суми ефективних температур. Стан популяцій комах-фітофагів досліджували на прикладі основних шкідників посівів пшениці озимої: злакові мухи – шведська (*Oscinosoma frit* L. і *Oscinella pusilla* Mg.), гессенська (*Mayetiola destructor* Say.), озима (*Hylemyia coarctata* Flln.), пшенична (*Phorbia securis* Tiensum.), опоміза (*Opomyza Florum* F.); злакові попелиці – звичайна злакова (*Schizaphis graminum* Rond.), велика злакова

(*Sitobion avenae* F.); хлібні клопи – шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.), маврський клоп (*Eurygaster maura* L.), австрійський клоп (*Eurygaster austriacus* Schr.), гостроголовий клоп (*Aelia acuminata* L.); хлібні жуки – жук кузька (*Anisoplia austriaca* Hrbst.), жук красун (*A. segetum* Hrbst.), жук хрестоносець (*A. agricola* Poda.); трипс пшеничний (*Haplothrips tritici* Kurd.); совка озима (*Agrotis segetum* Schiff.), хлібна жужелиця (*Zabrus tenebrioides* Geoze.); дротяники (Elateridae).

**Результати проведеного дослідження.** Серед досліджених видів шкідників найбільші зміни в чисельності популяції спостерігалися в угрупованні злакових мух. Багаторічна динаміка чисельності пшеничної мухи в різних природно-кліматичних зонах України наведена на рис 1. Так, наприклад, максимальну чисельність пшеничної мухи реєстрували в зоні Степу у 2005 році (в подальшому спостерігалась флуктуація чисельності, а з 2013 року прослідковується чітка тенденція депресії популяції).

В лісостеповій зоні, після 2012 року реєстрували стабільне зменшення чисельності пшеничної мухи, яке тривало до 2020 року. В умовах Полісся за період спостережень пшеничну муху, як вид, виявляли тільки у 2018-2020 рр.

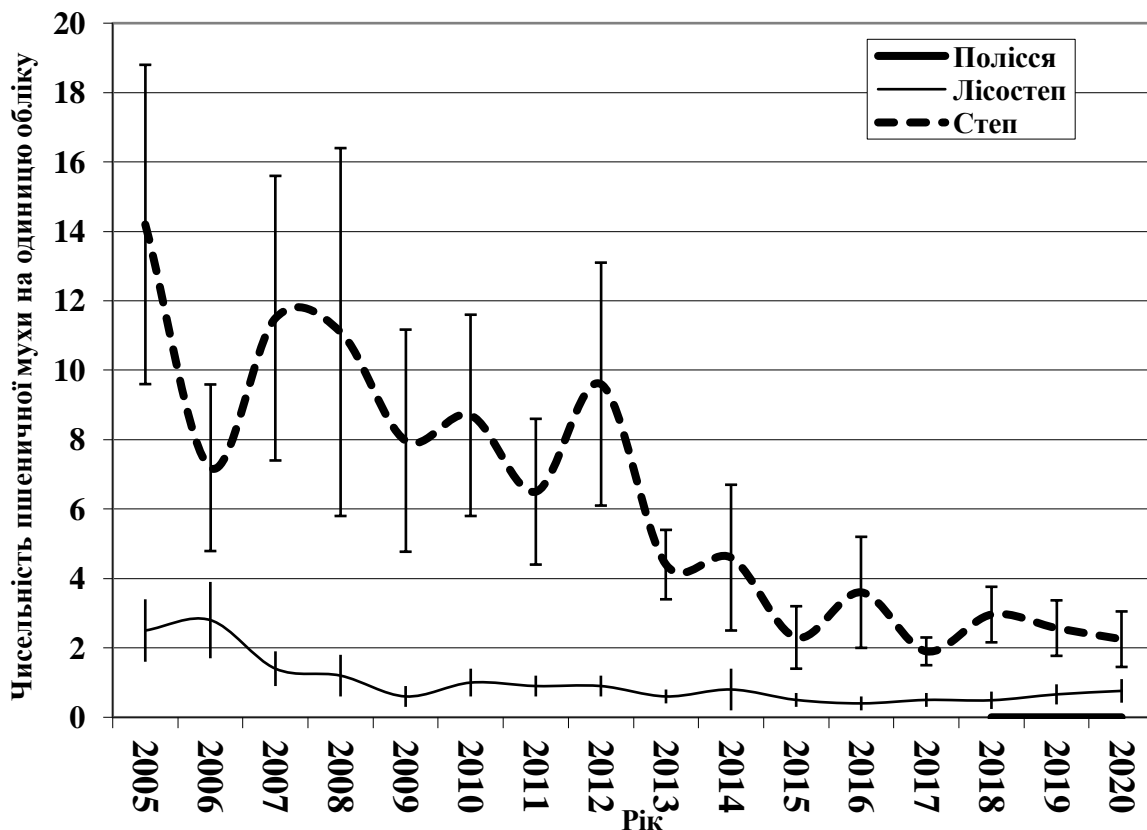


Рис 1. Багаторічна динаміка чисельності пшеничної мухи (*Phorbis securis* Tiensum.) в різних природно-кліматичних зонах України

Проведено кореляційний аналіз зв'язку чисельності шкідників з сумою ефективних температур та обсягами хімічних обробок у різних природно-кліматичних зонах досліджень за період 2005-2020 рр. (таблиця 1).

Таблиця 1 – Кореляційний аналіз зв'язку чисельності шкідників з сумою ефективних температур та обсягами хімічних обробок за природно-кліматичними зонами досліджень (2005-2020 рр.)

Вид шкідника	Степ		Лісостеп		Полісся	
	СЕТ	Обсяги хімічних обробок	СЕТ	Обсяги хімічних обробок	СЕТ	Обсяги хімічних обробок
Пшенична муха ( <i>Phorbia securis</i> Tiensum.)	-0,040 слабка	-0,779* висока	-0,510 помітна	-0,780* висока	-	-
Гессенська муха ( <i>Mayetiola destructor</i> Say.)	-0,009 слабка	-0,869* висока	-0,530 помітна	-0,804* висока	-0,019 слабка	-0,092 слабка
Шведські мухи ( <i>Oscinosoma frit</i> L. і <i>Oscinella pusilla</i> Mg.)	-0,001 слабка	-0,815* висока	-0,470 помірна	-0,883* висока	-0,364* помірна	-0,883* висока
Хлібні жуки ( <i>Anisoplia austriaca</i> Hrbst., <i>A. segetum</i> Hrbst., <i>A. agricola</i> Poda.)	0,326* помірна	-0,397* помірна	0,346* помірна	0,194 слабка	0,288 слабка	0,237 слабка
Хлібна жужелиця ( <i>Z. tenebrioides</i> Geoze.)	-0,296* слабка	-0,515* помітна	-0,105 слабка	-0,130 слабка	0,493* помірна	0,655* помітна
Клоп шкідлива черепашка <i>E. integriceps</i> Put.	-0,352* помірна	-0,322* помірна	-0,039 слабка	-0,084 слабка	-	-

\* - коефіцієнти кореляції статистично значимі ( $p \leq 0.05$ )

Кореляційний аналіз засвідчив, що чисельність популяцій пшеничної та гессенської мух в природно-кліматичних зонах Степу та Лісостепу, а шведських мух також в зоні Полісся, демонстрували достовірно високий кореляційний зв'язок між чисельністю шкідників та обсягами хімічних обробок агроценозів зернових культур. Причому чисельність шведських мух достовірно помірно пов'язана також з ходом потепління в зоні Полісся.

Для хлібних жуків виявлено достовірні помірні кореляції між чисельністю, СЕТ та обсягами захисних хімічних заходів в зоні Степу, а в Лісостепу – між чисельністю та кліматичним потеплінням.

Для хлібної жужелиці визначено достовірний кореляційний зв'язок між чисельністю та потеплінням клімату: в Степу кореляція слабка, в Поліссі – помірна.; а також помітний кореляційний зв'язок з обсягами хімічних обробок для зони Полісся.

**Висновки.** Аналіз довгострокових показників чисельності шкідників дозволяє виявити тенденції стану популяцій в умовах змін клімату та динаміки пестицидного навантаження на агроценози України. Так, наприклад, аналіз результатів моніторингу свідчить, що чисельність таких видів шкідників як опоміза пшенична, злакові попелиці, трипси, в останні роки може досягати загрозливого рівня лише в окремих осередках та господарствах.

Таким чином, отримані нами дані свідчать, що реакція популяцій шкідників на зміни клімату, проявляється залежно від екології виду та природно-кліматичної зони досліджень, і не завжди погоджується з існуючими моделями впливу змін клімату на динаміку чисельності шкідників. Поки що питання про основні чинники збіднення популяцій комах в антропоцені залишається дискусійним.

За умов, коли більшість видів шкідливого ентомокомплексу пшениці озимої в різних природно-кліматичних зонах України демонструють депресію на тлі глобального збіднення біорізноманіття комах (за рахунок кліматичного потепління), планові хімічні обробки проти шкідників доцільно проводити тільки після ретельного фітосанітарного моніторингу агроценозів з метою уточнення ступеню загрози урожаю, що допоможе зменшити пестицидне навантаження на навколишнє природне середовище.

#### Список літератури

1. Kocmánková E., Trnka M., Juroch J., Dubrovský M., Semerádová D., Možný M., Žalud Z. Impact of climate change on the occurrence and activity of harmful organisms // Open Access SAAS Agricultural Journals, 2009, 45(10):S48-S52 – DOI: 10.17221/2835-PPS.
2. Skendžić S., Zovko M., Živković I., Lešić V., Lemić D. The impact of climate change on agricultural insect pests, *Insects* 12 (5) (2021) 440, <https://doi.org/10.3390/insects12050440>.
3. Адаменко, Т. І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату/ Т. І. Адаменко. – Біла Церква: Видавництво ТОВ «РІА»БЛПЦ, 2014. – с. 6-7.

**УДК 633.15:631.53.04**

**Остапчук Р.В.** аспірант

*Вінницький національний аграрний університет*

[zabarna-tanja@ukr.net](mailto:zabarna-tanja@ukr.net)

## **ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ**

Актуальність теми полягає у тому, що кукурудза є однією з найважливіших сільськогосподарських культур, а її врожайність значною мірою залежить від правильного вибору норми висіву. Оптимальна густина рослин забезпечує ефективне використання вологи, поживних речовин і сонячної енергії, що сприяє підвищенню продуктивності посівів та покращенню якості врожаю. Вивчення впливу норм висіву на продуктивність гібридів кукурудзи має важливе практичне значення для аграрного виробництва, оскільки дозволяє визначити найбільш ефективні параметри вирощування для конкретних гібридів і ґрунтово-кліматичних умов. Це сприяє підвищенню врожайності, зниженню виробничих витрат, раціональному використанню посівного матеріалу та збільшенню економічної ефективності

господарств. Таким чином, дослідження даної теми є важливим для вдосконалення технологій вирощування кукурудзи та забезпечення стабільного виробництва високоякісної продукції.

**Ключові слова:** кукурудза, гібрид, норма висіву, густина, урожайність.

**Ruslan Ostapchuk, postgraduate student**

*Vinnitsia National Agrarian University*

## THE EFFECT OF SEED RATE ON THE YIELD OF MAIZE HYBRIDS

The relevance of this topic lies in the fact that maize is one of the most important agricultural crops, and its yield depends to a large extent on the correct choice of sowing rate. Optimal plant density ensures the efficient use of moisture, nutrients and solar energy, which helps to increase crop productivity and improve harvest quality. Studying the effect of sowing rates on the productivity of maize hybrids is of significant practical importance for agricultural production, as it allows the most effective growing parameters to be determined for specific hybrids and soil and climatic conditions. This contributes to increased yields, reduced production costs, the rational use of seed, and improved economic efficiency of farms. Thus, research on this topic is important for improving maize cultivation technologies and ensuring the stable production of high-quality products.

**Key words:** maize, hybrid, sowing rate, plant density, yield.

Кукурудза – це сільськогосподарська культура багатогранного використання. До того ж вона являється однією із найпродуктивніших культур у світовому сільському господарстві, проте досягти повного розкриття свого генетичного потенціалу їй вдасться лише за умови дотримання належного рівня агротехніки. Густина є найважливішим регулятором, за рахунок управління яким можна досягти отримання найвищої продуктивності кукурудзи. Відомо, що при умові загушення посівів, буде відбуватися дещо зниження індивідуальної продуктивності кукурудзи. Хоча дослідні установи надають рекомендації для кожної окремо взятої зони вирощування кукурудзи по показниках густоти [1].

Сучасні гібриди кукурудзи володіють широким діапазоном оптимальних густот стояння. Це пояснюється чудовою компенсаційною здатністю кукурудзи. Тож більшість селекціонерів працюють над тим, щоб зробити гібриди толерантними до загушення. Діапазон густоти залежить від ґрунтово-кліматичних умов, адже кукурудза являється досить економною культурою, незважаючи на її масивну масу та високий врожай, по відношенню до вологозабезпечення. Скажімо, вона затрачає лише коло 250 літрів води на формування 1 кг сухої маси, одночасно споживаючи біля 16 млн л/га на одиницю площі. Посухостійкі періоди, які останнім часом досить часто повторюються, змушують нас переглянути кількість рослин кукурудзи на одиницю площі, внаслідок чого рослини матимуть кращі умови для розвитку рослин та проходження ростових процесів [2].

Густина стояння рослин напряму залежить від норми висіву кукурудзи. Деякі дослідники стверджують, що у умовах гострої нестачі вологи загушення посівів кукурудзи сприяє зменшенню урожайності [3]. Гангур В. В., Пелих М. А.

повідомляють, що за оптимальної норми посіву, не сформується достатня продуктивність, на пізніх строках сівби, на перешкоді стане скорочення вегетаційного періоду та погане запилення [4].

За дослідженнями науковців у зоні Полісся, оптимальна норма висіву кукурудзи для гібридів кукурудзи становить 70 тис. схожих насінин на гектар. За результатами досліджень найкращі показники за урожайністю та вмістом сирого протеїну продемонстрував гібрид ДКС 3730, який забезпечує максимальну продуктивність і якість зерна. Заниження або перевищення густоти посіву негативно впливає на показники продуктивності [5].

Недотримання окремих елементів технології вирощування, а особливо у недотриманні строків та норм висіву призводить, як правило до порушень технології вирощування. А відповідно змінюється кількість рослин у рядку та в погонному метрі. Тут починається конкуренція рослин кукурудзи за фактори життя – світло, воду, поживні речовини, як правило за таких умов конкурування рослини відстають у рості та врешті решт ми отримуємо недобір врожаю до 30%, порушення якості отриманої продукції [6,7].

Тож питання кількості рослин на одиницю площі стоїть досить гостро, адже і занижена кількість, або ж зріджені посіви також були не в ідеальному вигляді, оскільки склад таких агроценозів був перенасичений бурянами. Це також посприяло втратам продуктивної вологи, пригніченню рослин бурянами, та вкрай критично вплинуло на початкові етапи розвитку кукурудзи [8].

Тож варто відмітити, що норма висіву є одним із ключових чинників формування продуктивності кукурудзи, оскільки визначає рівень конкуренції між рослинами за світло, вологу та поживні речовини. Дослідження показують, що не максимальна, а саме оптимальна густота стояння забезпечує найкращу реалізацію генетичного потенціалу гібрида. За правильно підібраної норми висіву кожна рослина отримує сприятливі умови для розвитку, що позитивно впливає на формування врожаю та його якість. Таким чином, ефективне регулювання густоти посіву можна розглядати як інструмент точного управління продуктивністю кукурудзи, який дозволяє не лише підвищити врожайність, а й забезпечити раціональне використання ресурсів та стабільність виробництва в різних агрокліматичних умовах.

#### **Список літератури**

1. Когут І. М. Вплив норми висіву на продуктивність кукурудзи в умовах південного Степу України. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://lib.osau.edu.ua/js/pui/bitstream/123456789/1754/3/%25D0%259A%25D0%25BE%25D0%25B3%25D1%2583%25D1%2582%2520%25D0%2586.%25D0%259C..pdf&ved=2ahUKEwi8t5rA0eaUAxX13QIHHfK5Mr8QFnoECBgQAQ&usg=AOvVaw2EmJjZXioKH21fx9ccaSK> (дата звернення 30.05.2026)
2. Шульц Пьотр Вплив густоти висіву кукурудзи на урожайність. Агроном. 2022. <https://www.agronom.com.ua/vplyv-gustoty-vysivu-kukurudzy-na-urozhajnist/>

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

3. Білявська Л. Г., Волошин Д. Р., Ванжула Д. В. Вплив норми висіву та вологості зерна на врожайність гібридів кукурудзи (*Zea mays*L.) в умовах Полтавщини. Сучасні технології агропромислового виробництва: матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. 2024. С. 40–42.
4. Вплив строків сівби та густоти рослин на урожайність гібридів кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. 28(1). С. 75–80.
5. Трембіцька О.І., Білоцерківська Л.В., Рафальський Вол.В., Рафальський Вад.В. Оптимізація норми висіву для підвищення продуктивності гібридів кукурудзи в зоні Полісся. *Аграрні інновації* 2025. С. 228-232. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.32.32>
6. Базиленко Є.О., Марченко Т.Ю. Урожайність та збиральна вологість зерна гібридів кукурудзи за різних строків сівби. *Аграрні інновації. Меліорація, землеробство, рослинництво*. 2024. № 23. С. 7-15. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.1>
7. Дробіт О.С. Формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від агротехнічних заходів в умовах зрошення південного степу України: дис. канд.с.-г.наук : 06.01.09 / Херсон 2018, 247 с. [https://www.ksau.kherson.ua/files/avtoreferaty\\_dysertaciyi/Дисертація\\_Дробіт\\_О.С.pdf](https://www.ksau.kherson.ua/files/avtoreferaty_dysertaciyi/Дисертація_Дробіт_О.С.pdf)
8. Вожегова Р.А., Белов Я.В. Динаміка накопичення надземної біомаси гібридами кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення за вирощування в умовах зрошення. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2019. Вип. 109. Ч. 1. С. 3-9. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.1>

**УДК 633.358:631.847:631.811**

**Панченко Т.В.**, канд. с.-г. наук, доцент, [panchenko.taras@gmail.com](mailto:panchenko.taras@gmail.com)

**Козак Л.А.**, канд. с.-г. наук, доцент, [kla59@ukr.net](mailto:kla59@ukr.net)

**Єрмак К.В.**, студент 4 курсу АБТФ

## **НОДУЛЯЦІЙНА АКТИВНІСТЬ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД БАКТЕРИЗАЦІЇ ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ**

Висвітлено результати експериментальних досліджень щодо оцінки ефективності застосування біопрепарату «Нітрофікс» як самостійно, так і в поєднанні з різними дозами мінеральних добрив (P<sub>30-60</sub>K<sub>30-60</sub>). Встановлено, що обробка інокулянтном без мінеральних добрив інтенсифікує процес інфікування кореневих волосків та підвищує кількість бульбочок на одній рослині до 43,52 шт., що на 26,1% перевищує показник абсолютного контролю (34,5 шт./рослину). Обґрунтовано синергічну роль фосфору та калію у забезпеченні енергетичного обміну та відтоку фотоасимілятів до кореневої системи для підтримки бобово-ризобіального симбіозу.

**Ключові слова:** горох, інокуляція, Нітрофікс, фосфорно-калійні добрива, нодуляційна активність, симбіоз, бульбочки.

**Panchenko T., Kozak L., Yermak K.**

## **NODULATION ACTIVITY OF PEA DEPENDING ON BACTERIZATION AND FERTILIZATION SYSTEM**

The article presents the results of experimental studies evaluating the effectiveness of using the "Nitrofix" bioproduct, both individually and in combination with various doses of mineral fertilizers

(P<sub>30-60</sub>K<sub>30-60</sub>). It was established that inoculant treatment without mineral fertilizers intensifies the infection process of root hairs and increases the number of nodules per plant to 43.52 units, which is 26.1% higher than the absolute control indicator (34.5 units/plant). The synergistic role of phosphorus and potassium in providing energy metabolism and the outflow of photoassimilates to the root system to support the legume-rhizobial symbiosis has been substantiated.

**Keywords:** pea, inoculation, Nitrofix, phosphorus-potassium fertilizers, nodulation activity, symbiosis, nodules.

Горох посівний (*Pisum sativum* L.) є однією з провідних зернобобових культур, що відіграє важливу роль у забезпеченні агроєкосистем екологічно чистим азотом завдяки симбіотичній азотфіксації. Ефективність цього процесу безпосередньо залежить від нодуляційної активності – здатності рослин формувати функціональні бульбочки на кореневій системі [1]. Фаза цвітіння є критичним етапом в онтогенезі гороху, оскільки саме в цей період інтенсивність азотфіксації досягає свого максимуму [3]. Управління цим процесом за допомогою передпосівної бактеризації насіння сучасними біопрепаратами та раціональних систем мінерального удобрення є рушійним фактором реалізації біологічного потенціалу культури.

Передпосівна інокуляція насіння селекційними штаммами бульбочкових бактерій забезпечує штучне насичення ризосфери вискоелективними ризобіями, мінімізуючи конкуренцію з боку менш активної спонтанної ґрунтової мікрофлори [4].

Дослідження проведено у 2023–2024 роках закладанням двофакторного польового досліду. Польовий експеримент виконували в умовах 9-пільної сівозміни СТОВ «Пономарь», розташованого в Черкаському районі Черкаської області. У досліді використовували сорт гороху Оплот.

Як фосфорно-калійні добрива застосовували суперфосфат і калійну сіль. Передпосівну обробку насіння проводили бактеріальним препаратом Нітрофікс виробництва компанії Біона.

Схемою досліду передбачалося вивчення двох факторів. Фактор А – інокуляція насіння препаратом Нітрофікс; контрольний варіант передбачав відсутність інокуляції із зволоженням насіння відповідною кількістю води. Фактор Б – системи удобрення, за яких добрива вносили восени під основний обробіток ґрунту (оранка на глибину 20–22 см):

1. без добрив (контроль);
2. P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>;
3. P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>;
4. P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

Польовий дослід закладали систематичним способом відповідно до загальноприйнятих вимог методики польових досліджень. Повторність експерименту – триразова. Загальна кількість облікових ділянок становила 24. Площа посівної ділянки дорівнювала 72 м<sup>2</sup>, облікової – 30 м<sup>2</sup>.

Експериментальні дані свідчать про високу ефективність застосування інокулянту Нітрофікс. Навіть без застосування мінеральних добрив (варіант «інокуляція Нітрофіксом – без добрив») кількість бульбочок на одній рослині

становить 43,52 шт., що на 26,1% перевищує показник контролю (без добрив та без інокуляції – 34,5 шт./рослину). Це доводить, що обробка насіння біопрепаратом суттєво інтенсифікує процес інфікування корневих волосків та стимулює первинне бульбочкоутворення [1].

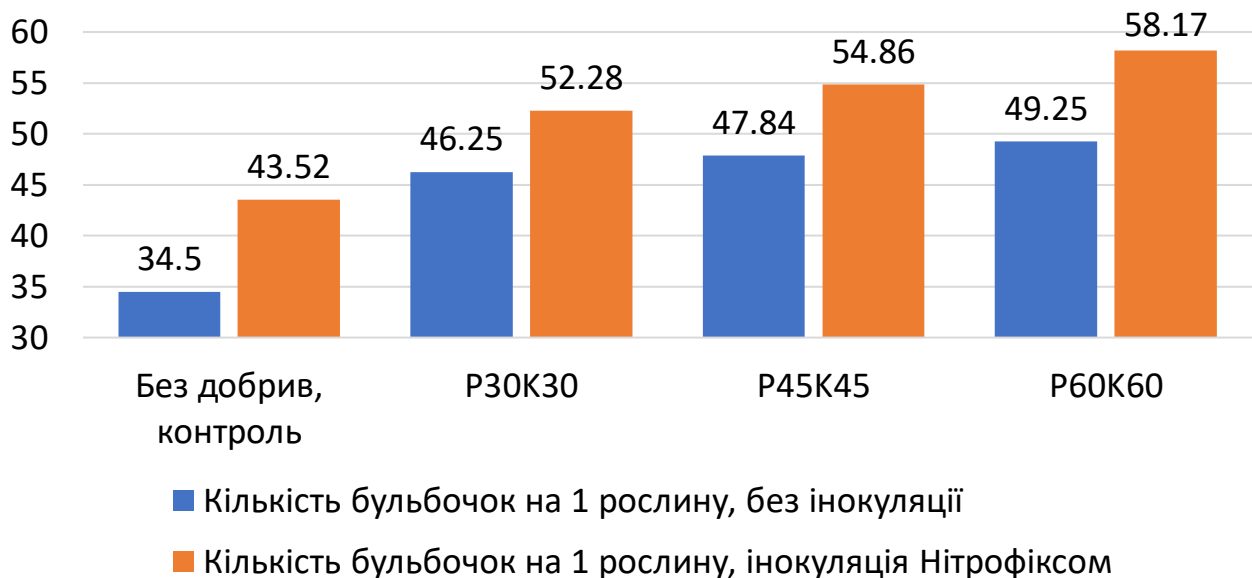


Рис. 1. Нодуляційна активність гороху залежно від бактеризації та системи удобрення

Фосфор та калій є найважливішими синергістами бобово-ризобіального симбіозу. Фосфор забезпечує енергетичний обмін (синтез АТФ) у процесі фіксації молекулярного азоту, а калій регулює відтік фотоасимілятів з надземної частини до кореневої системи [2].

Аналіз динаміки формування бульбочок залежно від доз фосфорно-калійних добрив виявляє чітку пряму залежність. Без інокуляції за оптимізації живлення природної популяції бактерій за рахунок внесення  $P_{30}K_{30}$  забезпечує формування 46,25 шт. бульбочок/рослину. Подальше збільшення доз до  $P_{45}K_{45}$  та  $P_{60}K_{60}$  плавно підвищує цей показник до 47,84 та 49,25 шт./рослину відповідно. На фоні інокуляції Нітрофіксом тенденція росту зберігається, але на значно вищому рівні. За мінімальної дози  $P_{30}K_{30}$  кількість бульбочок становить 52,28 шт./рослину, за середньої  $P_{45}K_{45}$  – 54,86 шт./рослину.

Найвищі показники нодуляційної активності рослин гороху фіксуються за умов інтегрованої дії – поєднання передпосівної обробки насіння та максимального рівня мінерального живлення [3, 5]. У варіанті «Інокуляція Нітрофіксом +  $P_{60}K_{60}$ » кількість бульбочок досягає свого піку і становить 58,17 шт. на одну рослину. Порівнюючи цей результат з контрольним варіантом (34,5 шт.), відзначається суттєвий приріст нодуляційної здатності – на 68,6%. Це підтверджує наукові висновки про те, що мінеральні добрива у високих дозах створюють міцну вегетативну базу для рослини-господаря, яка здатна повноцінно забезпечувати велику кількість інокульованих бактерій вуглеводами, отримуючи натомість максимальну кількість біологічного азоту під час цвітіння.

**Висновки.** Застосування препарату Нітрофікс без добрив збільшує кількість бульбочок з 34,5 до 43,52 шт./рослину (+26,1%) порівняно з абсолютним контролем. Зростання доз фосфору та калію від  $P_{30}K_{30}$  до  $P_{60}K_{60}$  демонструє чітку тенденцію до зростання кількості бульбочок як на природному фоні (без інокуляції), так і на фоні бактеризації.

Нодуляційна активність рослин гороху у фазі цвітіння є чутливим індикатором рівня агротехніки. Проведений аналіз експериментальних даних доводить, що ізольоване застосування як інокуляції Нітрофіксом, так і фосфорно-калійних добрив ( $P_{30-60}K_{30-60}$ ) позитивно впливає на утворення бульбочок. Проте максимальний ефект досягається лише за їх сумісного (синергічного) застосування: поєднання інокуляції з внесенням добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  дозволяє збільшити кількість бульбочок на 68,6% відносно контролю, забезпечуючи найвищу активність симбіотичного апарату в період масового цвітіння культури.

#### Список літератури

1. Камінський В. Ф., Гангур В. В., Колісник С. І. Особливості формування симбіотичного апарату гороху залежно від технологічних прийомів вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 4. С. 25–32.
2. Бабич А. О., Побережна А. А. Вплив інокуляції насіння та мінерального живлення на нодуляційну активність і продуктивність зернобобових культур. *Корми і кормовиробництво*. 2019. Вип. 87. С. 45–51.
3. Петриченко В. Ф., Ковак В. М. Симбіотична продуктивність гороху посівного залежно від бактеризації та мікродобрив в умовах Лісостепу. *Землеробство*. 2022. № 1. С. 14–21.
4. Дідович С. В., Токмакова Л. М. Формування азотфіксуючого симбіозу *Pisum sativum* L. за дії ризобіальних препаратів та стартових доз азоту. *Мікробіологічний журнал*. 2020. Т. 82, № 3. С. 33–41.
5. Шерстобоева О. В., Бородай В. В. Екологічні аспекти застосування біопрепаратів і добрив у посівах гороху овочевого. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 2. С. 58–64.

УДК 631.51:631.582:631.445.4

Перець С.В., канд. с.-г. наук

Брухтій В.Ю., м.н.с.

Панфільська дослідна станція ННЦ «ІЗ НААН»

[perets\\_sv@ukr.net](mailto:perets_sv@ukr.net)

## РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ НА ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ

Наведено результати досліджень ефективності різних систем обробітку ґрунту та удобрення в короткоротаційних сівозмінах Лівобережного Лісостепу України в умовах змін клімату. Дослідження проведено у тривалому стаціонарному досліді на чорноземі типовому малогумусному. Встановлено вплив оранки, мінімального обробітку та прямої сівби на продуктивність сої, пшениці озимої, ячменю ярого та соняшнику. Визначено оптимальні поєднання систем обробітку ґрунту й удобрення, які забезпечують підвищення врожайності культур та економічної ефективності їх вирощування. Розроблені технологічні рішення

сприяють раціональному використанню ресурсів і можуть бути рекомендовані для впровадження в умовах Лівобережного Лісостепу України.

**Ключові слова:** економічна ефективність, ячмінь ярий, короткоротаційна сівозміна, обробіток ґрунту, соняшник, соя, удобрення, урожайність, пшениця озима, чорнозем типовий.

**Perets S.V., candidate of agricultural sciences**

**Brukhtiy V.Yu., junior researcher**

Panfilov Research Station of the National Research Center "IZ NAAS"

[perets\\_sv@ukr.net](mailto:perets_sv@ukr.net)

## RESOURCE-SAVING SOIL TILLAGE SYSTEMS IN THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGES OF THE LEFT-BANK FOREST-STEP ON TYPICAL CHERONEZH IN SHORT-ROTATION CROP ROTATIONS

The results of studies of the effectiveness of various soil tillage and fertilization systems in short-rotation crop rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine in the conditions of climate change are presented. The study was conducted in a long-term stationary experiment on typical low-humus chernozem. The influence of plowing, minimum tillage and direct sowing on the productivity of soybeans, winter wheat, spring barley and sunflower has been established. The optimal combinations of tillage and fertilization systems have been determined, which ensure an increase in crop yields and economic efficiency of their cultivation. The developed technological solutions contribute to the rational use of resources and can be recommended for implementation in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

**Keywords:** economic efficiency, spring barley, short-rotation crop rotation, tillage, sunflower, soybeans, fertilizers, yield, winter wheat, typical black soil.

Серед проблем землеробства існує не лише необхідність підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарських виробників, збільшення врожайності польових культур та покращення якості рослинницької продукції, а й забезпечення ефективного використання ґрунтів із збереженням їх родючості. Сучасне землеробство направлене на зменшення антропогенного навантаження на ґрунти для заощадження енергоресурсів та збереження їх родючості [1, 4].

Одним з напрямків наукових досліджень стосуються розробки та впровадження у виробництво ресурсозберігаючі системи обробітку ґрунту, які окрім конкурентоспроможності повинні мати ґрунтозахисний характер та в умовах зміни клімату забезпечувати стабільну врожайність сільськогосподарських культур [5]. Удосконалення систем основного обробітку ґрунту спрямовується на підвищення продуктивності праці, зниження собівартості продукції, зменшення енергетичних витрат, із яких агротехнічні – поліпшення агрофізичних властивостей, балансу гумусу, зменшення питомих витрат вологи та поживних речовин, захист ґрунтів від водної й вітрової ерозії. Багатьма вченими встановлено, що оптимізація агрофізичних властивостей ґрунту найбільш тісно пов'язана з його обробітком [2, 3].

Дослідження проводилися на Панфільській дослідній станції ННЦ «ІЗ НААН» (центральна частина Лівобережного Лісостепу, підзона нестійкого зволоження), у тривалому стаціонарному досліді з встановлення ефективності

різних систем обробітку ґрунту та удобрення у короткоротаційних сівозмінах Лівобережного Лісостепу, закладеному 2009 року на чорноземі типовому малогумусному легкосуглинковому. Загальна площа досліду – 5,6 га, під дослідними ділянками зайнято 4,3 га. Загальна кількість дослідних ділянок становила 288. Повторення досліду триразове, розміщення варіантів і повторень систематичне. Досліджувалися наступні системи обробітку ґрунту: оранка на 25-27 см, мінімальний обробіток (дискування) на 10-12 см, пряма сівба (no-till) з сівбою в дернину.

У досліді в двох польових чотирипільних сівозмінах з традиційним чергуванням культур вивчалися чотири варіанти моделей технології вирощування культур, які відрізнялися рівнем ресурсного навантаження за трьох систем обробітку ґрунту. До сівозміни включені: ячмінь ярий, соняшник, соя, пшениця озима.

Розроблені системи обробітку та удобрення чорнозему типового в короткоротаційних сівозмінах Лівобережного Лісостепу.

В умовах змін клімату Лівобережного Лісостепу на чорноземі типовому в короткоротаційних сівозмінах розміщуючи пшеницю озиму після сої із залученням її побічної продукції економічно обґрунтованим є проведення дискування на 10-15 см з внесенням дози удобрення ( $N_{16}P_{16}K_{16}$ ), дворазове позакореневе підживлення препаратами макро- та мікроелементів з внесенням у період кушіння-трубкування та колосіння-цвітіння посівів забезпечує отримання 5,6 т/га зерна умовно чистий прибуток 17,1 тис. грн/га із собівартістю продукції 2,5 тис. грн./т, рентабельністю 120%.

За вирощування сої в сівозміні отримали найбільшу урожайність 2,84 т/га за оранки з внесенням мінеральних добрив  $N_{30}P_{60}K_{65}$ . За даної технології прибуток становив 6404 грн/га і повна собівартість продукції 33316 грн/га.

Вирощування ячменю ярого за класичного обробітку ґрунту (оранка 25-27 см) та системи удобрення  $N_{16}P_{16}K_{16}$  з підживлення посівів мікродобривами та застосуванні побічної продукції попередників забезпечує врожайність 2,8 т/га, умовно чистий прибуток 937 грн/га із собівартістю продукції 3,91 тис. грн./т, рентабельність 117%.

За вирощування соняшника кращим агрозаходом є оранка ґрунту та внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{150}P_{110}K_{180}$ . Отримано – 2,73 т/га насіння. За даної технології чистий прибуток становив 37804 грн/га, собівартість урожаю 26663 грн і рівень рентабельності 143%.

#### Список літератури

1. Сівозміни у землеробстві України; за ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. Київ: Аграрна наука, 2002. С. 146–147.
2. Петриченко В.Ф. та ін. Продуктивність кукурудзи залежно від глибини оранки на різних системах удобрення в Лісостепу України. Зб. наук. пр. ВНАУ Землеробство. Вип. 4. № 63. 2012. С. 3–8.
3. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – 2-е видання, виправлене. – Київ: Центр Навчальної літератури, 2004. – 808 с.

4. Мирошниченко М.С. Продуктивність короткоротаційних сівозмін за системи удобрення та обробітку ґрунту. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН» 2019; 3-4, с. 3-15.

5. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-till: навчальний посібник. Київ: Логос, 2011. 252 с.

**УДК: 631.51:631.153(477)(091)**

**Примак І.Д.**, д-р с.-г. наук, професор

**Войтовик М.В.**, д-р с.-г. наук, професор

**Устинова Г.Л.**, д-р філософії з агрономії, доцент

**Панченко О.Б.**, канд. с.-г. наук, доцент

**Ображій С.В.**, канд. с.-г. наук, доцент

*Білоцерківський національний аграрний університет*

[ustinovaGL@ukr.net](mailto:ustinovaGL@ukr.net)

## **ВІД «НОВОЇ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА» І. Є. ОВСІНСЬКОГО ДО СЬОГОДЕННЯ: ЕВОЛЮЦІЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

Глибина оранки до початку 20-го ст. підвищувалась, а потім диференціюється залежно від ландшафтно-екологічних умов і біологічних особливостей рільничих рослин. Уперше у світовій землеробській практиці поверхневий обробіток теоретично обґрунтував і впровадив І. Є. Овсінський на рубежі 19 і 20-го ст. Більшість науковців першої половини 20-го ст. рекомендували оранку чорноземів на глибину 18–22 см і лише за окремих випадків – 25–27 см. Першим у радянській імперії відмовився від плуга Т. С. Мальцев, а О. С. Барасєв з колективом однодумців розробив ґрунтозахисну систему землеробства. У 80–90-роках в Україні виступали за повну відмову від полицевого способу обробітку на користь безполицевого І. Є. Щербак, М. К. Шикіула, Ф.Т. Моргун, С. С. Антонєць та інші. У 21 ст. більшість науковців пропонують у сівозмінах поєднувати оранку один раз на 3–5 років з безполицевим різноглибинним обробітком і навіть з прямою сівбою.

**Ключові слова:** обробіток, плуг, плоскоріз, ґрунт, орний шар, сівозміна.

**Primak I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor**

**Voytovik M., Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor**

**Ustynova H., PhD in Agricultural Sciences Associate Professor**

**Panchenko O., PhD in Agricultural Sciences**

**Obrazhiy S., PhD in Agricultural Sciences Associate Professor**

*Bila Nserrkva National Agrarian University*

## **FROM I. E. OVSINSKYI "NEW AGRICULTURAL SYSTEM" TO THE PRESENT DAY: EVOLUTION OF BASIC SOIL CULTIVATION**

Ploughing depth increased until the beginning of the 20th century, and then differentiated depending on landscape and ecological conditions and biological characteristics of field plants. For the first time in world agricultural practice, surface tillage was theoretically substantiated and introduced by I. E. Ovsinskyi at the turn of the 19th and 20th centuries. Most scientists of the first half of the 20th century recommended plowing black soils to a depth of 18–22 cm and only in some

cases - 25–27 cm. The first in the Soviet Empire to abandon the plow was T. S. Maltsev, and O. S. Barayev and a team of like-minded people developed a soil protection system of agriculture. In the 80s and 90s, in Ukraine, I. E. Shcherbak, M. K. Shykula, F. T. Morgun, S. S. Antonets and others advocated a complete rejection of the ridge-less method of cultivation in favor of the ridge-less one. In the 21st century, most scientists propose combining plowing once every 3–5 years with ridge-less variable-depth cultivation and even direct sowing in crop rotations.

**Keywords:** tillage, plow, flat-cutter, soil, arable layer, crop rotation.

Основоположник агрономічного ґрунтознавства П. А. Костичев (1845–1895), правильно відмічаючи протидефляційну роль мілкої оранки, порівняно з глибокою, не помітив, що поле захищають від вітрової ерозії залишені на поверхні та перемішані з поверхневим шаром ґрунту рештки рослин. Він, як і більшість його сучасників, вважав вітрову ерозію наслідком висушування ґрунту; пропонував гній заробляти мілко, захищаючи тим самим нижній шар ґрунту від висихання. Тому головним завданням основної обробки ґрунту вважалося нагромадження вологи якомога більш глибокою оранкою [1, 2]. Пануючий на той час погляд на дефляцію як на наслідок недостатнього зволоження ґрунту, очевидно, і став перешкодою П. А. Костичеву на шляху створення теоретичних основ ґрунтозахисної обробки [3]. А заклав і реалізував їх на практиці І. Є. Овсінський (1855–1909) – фундатор поверхневого безполицевого обробки ґрунту [4]. Працюючи переважно в південних губерніях, він з метою поліпшення водного режиму ґрунту сконструював і запатентував малий і великий культиватори «Урожай» з плоскорізними робочими органами, які, розпушуючи ґрунт на невелику глибину, підрізали бур'яни. Головна праця І. Є. Овсінського «Нова система землеробства» була вперше опублікована в популярному польському журналі «Селянин і Підприємець» у 1898 році. В наступному році вона видана у Києві, Вільнюсі і Харкові.

На думку вченого, більш родючий верхній шар ґрунту повинен залишатися зверху, а гній, зароблений оранкою на глибину два дюйми, забезпечує кращий агротехнічний ефект. У 1890 р. на першому Київському сільськогосподарському з'їзді він рекомендує «тільки мілкую оранку дюйма 2–3 для знищення бур'янів і покриття гною». Обробіток поля за «Нової системи землеробства» починали відразу після збирання хлібних рослин і продовжували восени і рано весною в міру появи бур'янів до сівби ярих культур, а у чорному парі і впродовж весняно-літнього періоду до сівби озимих.

Перевірка рекомендацій І. Є. Овсінського на Плотянській сільськогосподарській дослідній станції і Полтавському дослідному полі не дали позитивних результатів. З різкою критикою поверхневого обробки виступили О. О. Ізмаїльський, С. М. Богданов, А. І. Неверов, Ф. Криштофович, Ф. Косоротов, А. Занес та інші. А. П. Модестов «найбільш бажаною оранкою» вважав на глибину 16–18 см (3,5–4 вершка), а В. Г. Ротмістров – до 9 см. Підтримали дослідника небагато науковців: А. Х. Еван, Ф. Грауздін. Особливо негативну роль на впровадження наукових розробок І. Є. Овсінського відіграли критичні статті всесвітньо відомого професора С. М. Богданова, який, між

іншим, не виступав проти конституції культиваторів «Урожай». Прихильно віднесли до «нової системи землеробства» Д. М. Прянишников і І. О. Стебут.

Ефект «сухого поливу» («підземного зрошення») за «нової системи землеробства» властивий і системі «*No-till*» за насінневої борозенки у формі перевернутої літери Т [5]. На думку талановитого подолянина, поверхневий обробіток надає можливість добре зберігати ґрунтову вологу, збагачувати ґрунт водою за рахунок конденсації водної пари, оскільки температура глибших шарів нижча за поверхневі. Він вважав, що оранка руйнує шляхи інфлюкції, створені дощовими черв'яками і відмерлим корінням рослин [6].

На думку професора Харківського НАУ М. В. Шевченка сутність технології видатного українського експериментатора «характеризується чи не найбільшим ступенем інтенсивності обробітку ґрунту у світовій практиці землеробства», «мінімальною в цій системі була лише глибина обробітку», «а технологія обробітку під культури – інтенсивною» [7].

У 30-ті роки 20 століття В. Р. Вільямс і М. С. Соколов, користуючись підтримкою партійних і державних органів, виступили з різкою критикою не тільки поверхневого, але й мілкового обробітку, рекомендуючи повсюдно культурну оранку плугами з передплужниками не мілкіше 20 см [8]. Академік М. М. Тулайков, який критикував В. Р. Вільямса і запропонував у посушливих районах мілкий обробіток, загинув від репресій у 1938 р. [9, 10]

У 40-х роках американський фермер Е. Фолкнер категорично заявив: «Плуг – це найбільший проклятий земля... Чим більший і кращий плуг, тим більш спустошуюча його дія», рекомендуючи поєднання поверхневого обробітку з мульчуванням ґрунту рештками овочевих рослин у своїй знаменитій праці «Безумство орача».

У другій половині 20 ст. першим в радянській імперії відмовився від оранки Т. С. Мальцев, називаючи її «вивертанням ґрунту навиворіт», рекомендуючи глибокий безполицевий обробіток один раз у 4–5 років, а в решту періоду – дискування на 7–8 см.

І. С. Рабочев, П. У. Бахтін і С. С. Сдобніков стверджували, що за безполицевого обробітку зростання елементів родючості у верхній частині оброблюваного шару призводить до локалізації кореневих систем рільничих рослин у поверхневих шарах, що за дефіциту вологи зменшує продуктивність і сталість урожаїв культур за роками. Нижня частина орного шару, на їх думку, має бути більш родючою, ніж верхня, або ж, на крайній випадок, не поступатися йому.

У 60–70-х роках колектив науковців на чолі з О. І. Бараєвим вперше у радянській імперії теоретично обґрунтував і успішно впровадив у виробництво ґрунтозахисну систему землеробства, невід'ємними складовими якої стали безполицевий обробіток плоскорізами і голчастими боронами, сівба стерньовими сівалками, кулісні пари, буферні посіви тощо [3, 11]. В Одесі у неймовірно короткий термін виготовлені перші плоскорізи.

У 80–90-х роках невеликий загальний вітчизняних дослідників категорично виступили за відмову від полицевого і перехід до безполицевого обробітку. Це

І. Є. Щербак, М. К. Шикуча, Ф. Т. Моргуна, С. С. Антоненко, О. Ф. Гнатенко, Г. В. Назаренко, В. О. Андрієнко, О. В. Демиденко.

Впродовж 1973–1988 рр. плоскорізний обробіток впроваджували в Полтавській області на площі близько 2 млн. га під керівництвом М. К. Шикучи і Ф. Т. -Моргуна. Цей великомасштабний експеримент вкотре переконав, що однозначної оцінки ефективності певного агрозаходу не існує, а наукова дискусія щодо його ефективності «зайшла в глухий кут»: кожен з опонентів так і залишився при своїй думці [12].

Доречно зазначити, що не можна ототожнювати агрозахід, технологію і систему. Ефективність заходів, способів, засобів, глибини і систем обробітку (особливо основного) об'єктивно можна оцінити лише у нерозривному зв'язку з іншими складовими системи рільництва у контексті сучасної біосферної парадигми природокористування і нового філософського осмислення змісту родючості ґрунту та системи як наукової категорії [13].

На сьогодні в Україні набувають невеликого поширення системи *No-till* і *Strip-till*. Виробничники щиро діляться своїм досвідом [14]. Виданий і один з перших навчальних посібників [5]. Гальмом подальшого зростання площ зазначених систем є дуже обмежена кількість стаціонарних польових дослідів і відсутність всебічно науково обґрунтованих рекомендацій.

Система землеробства *No-till* вимагає зміни філософії мислення стосовно здоров'я ґрунту і людини та майбутнього біосфери. Вона базується на законі ноосфери В. І. Вернадського, новітніх поглядах на родючість ґрунту і систему землеробства та включає три невід'ємні складові регенеративного землеробства: пряма сівба, диверсифікація сівозмін, ґрунт впродовж року знаходиться під захистом рільничих речовин або їх решток [15].

В Україні технологічно придатної ріллі до мінімального обробітку 13 млн. га, прямої сівби – 5,5 млн. га [11].

На сьогодні консерватизм вітчизняних виробничників і особливо вчених сильніший водно-дефляційних процесів. Тому необхідні наукові докази, глибокі та всебічні дослідження.

Абсолютна більшість українських дослідників рекомендує в науково обґрунтованих сівозмінах оранку проводити один раз в три-п'ять років (в першу чергу під просапні, особливо корене- і бульбоплоди), а між оранками безполицеві обробітки на різну глибину, не виключаючи і пряму сівбу [1, 7, 11, 13, 15].

#### Список літератури

1. Механічний обробіток ґрунту: історія, теорія, практика / І. Д. Примак, М. П. Косолап, О. Б. Панченко та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. С. 128–165.
2. Вергунов В., Примак О., Примак І. Основоположники наукового ґрунтознавства (До 160-річчя з дня народження В. В. Докучаєва і П. А. Костичева) *Історія української науки на межі тисячоліть: Зб. наук. праць* / Відп. редактор О. Я. Пилипчук. Київ. 2004. Вип. 17. С. 10–18.
3. Примак І. Д., Войтовик М. В. Ерозія і технологія обробітку ґрунту: історія розвитку наукових поглядів до початку другої половини 20 століття. *Агробіологія*. 2015. Вип. 2(121). С. 5–12.

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

4. Корзун Д. Ю. Діяльність І. Є. Овсінського в контексті розвитку вітчизняної сільськогосподарської дослідної справи наприкінці ХІХ – на початку ХХ століть: автореф. дис. ... канд. істор. наук:07.00.07. Київ, 2021. 25 с.
5. Системи зберігаючого землеробства: *No-till* і *Strip-till* / М. П. Косолап, О. П. Кротінов, М. Ф. Іванюк та ін. Київ: НУБіП України, 2023. С. 185–189.
6. Овсінський І. Нова система землеробства. Київ: Тип. С. В. Кульженко, 1899. 173 с.
7. Шевченко М. В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження: монографія. Харків: ХНАУ, Майдан, 2019. С. 16–17.
8. Рижук С., Примак І. Маловідомі факти наукової спадщини В. Р. Вільямса. *Історія української науки на межі тисячоліть: Зб. наук. праць* / Відп. редактор О. Я. Пилипчук. Київ. 2005. Вип. 20. С. 173–183.
9. Примак І. Д., Мудрук О. С., Примак О. І. Історичні передумови застосування мінімізації механічного обробітку ґрунту в землеробстві України. *Науковий вісник Національного аграрного університету: Зб. наук. праць*. 2005. Вип. 80. Ч. 2. С. 73–81.
10. Історія агрономічної науки і техніки / І. Д. Примак, В. М. Ткачук, Л. В. Центилю та ін. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. С. 91–97.
11. Примак І. Д., Панченко О. Б., Войтовик М. В. та ін. Еволюція теоретичних і практичних основ переходу від полицевого до безполицевого і нульового обробітків ґрунту в Україні з середини першої половини 20 ст. до сьогодення. *Агробіологія*. 2018. № 2. С. 6–17.
12. Булигін С. Ю., Вітвіцький С. В. Охорона ґрунтів: підручник. Чорнобаївське КПП, 2024. С. 131–132.
13. Наукові основи сучасних систем вітчизняного землеробства / І. Д. Примак, І. В. Мартинюк, Ю. В. Федорук та ін. Вінниця: «ТВОРИ», 2022. С. 7–85.
14. Ґрунтозахисне та ресурсноощадне землеробство в Україні / Х. А. Мумінджанов, М. П. Косолап, М. П. Биков та ін. Київ: НУБіП України, 2023. 120 с.
15. Еволюція систем землеробства: монографія / І. Д. Примак, О. А. Цюк, І. В. Мартинюк та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 524 с.

**УДК 631.171:631.559**

**Сахарнацька Л. І.**, к.е.н., старший дослідник

**Кравченко О. В.**, аспірант

Інститут агроєкології та природокористування НААН України

agroecologynaan@gmail.com

## **ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА**

У тезах розглянуто основні технології точного землеробства та їх роль у підвищенні ефективності сільськогосподарського виробництва. Охарактеризовано ключові складові системи точного землеробства: супутникову навігацію, дистанційне зондування, диференційоване внесення добрив та засобів захисту рослин, використання безпілотних літальних апаратів. Визначено перспективи впровадження цих технологій в аграрному секторі України.

**Ключові слова:** точне землеробство, GPS-навігація, диференційоване внесення, NDVI, ресурсозбереження.

**Sakharnatska L. I.**, candidate of economic sciences, senior researcher

**Kravchenko O. V.**, postgraduate student

Institute of Agroecology and Environmental Management of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

## USE OF PRECISION AGRICULTURE TECHNOLOGIES TO INCREASE THE EFFICIENCY OF AGRICULTURAL PRODUCTION

The paper examines the main technologies of precision agriculture and their role in increasing the efficiency of agricultural production. The key components of the precision agriculture system are characterized: satellite navigation, remote sensing, variable rate application of fertilizers and crop protection products, and the use of unmanned aerial vehicles. The prospects for introducing these technologies in the agricultural sector of Ukraine are determined.

**Keywords:** precision agriculture, GPS navigation, variable rate application, NDVI, resource conservation.

Сучасне сільськогосподарське виробництво функціонує в умовах зростаючої конкуренції на глобальному продовольчому ринку, стрімкого подорожчання матеріально-технічних ресурсів та необхідності мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. Традиційні підходи до землеробства, що передбачають рівномірне внесення добрив, засобів захисту рослин та однакову норму висіву на всій площі поля, не враховують просторову неоднорідність ґрунтового покриву та стану посівів. Це призводить до перевитрат ресурсів на одних ділянках і їх нестачі на інших, що знижує загальну ефективність виробництва та збільшує собівартість продукції [1].

Точне землеробство – це система управління сільськогосподарським виробництвом, що базується на використанні сучасних інформаційних технологій для оптимізації агротехнічних операцій з урахуванням просторової та часової мінливості умов вирощування культур. На відміну від традиційного підходу, де поле розглядається як однорідна виробнича одиниця, точне землеробство оперує елементарними ділянками, кожна з яких отримує індивідуальний набір агротехнічних заходів відповідно до її конкретних потреб. Цей підхід реалізується завдяки інтеграції кількох технологічних компонентів у єдину систему прийняття рішень [2].

Базовим компонентом системи точного землеробства є глобальні навігаційні супутникові системи (GPS/GNSS), що забезпечують точне позиціонування техніки у полі з похибкою від кількох сантиметрів до кількох метрів. Точна навігація дозволяє формувати оптимальні маршрути руху техніки, уникати перекриттів та пропусків при обробітку, а також забезпечує повторюваність технологічних операцій у різні сезони. Системи автоматичного водіння суттєво зменшують витрати пального та робочого часу.

Другим важливим компонентом є геоінформаційні системи (ГІС) та технології дистанційного зондування Землі. ГІС забезпечують створення, зберігання та аналіз цифрових карт полів, що містять інформацію про рельєф, тип ґрунту, агрохімічні показники, історію використання та врожайність попередніх сезонів. Дистанційне зондування, зокрема розрахунок нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI), дозволяє оцінювати стан посівів, виявляти зони стресу, визначати густоту рослинного

покриву та прогнозувати врожайність. Дані отримуються як із супутникових платформ, так і з безпілотних літальних апаратів, обладнаних мультиспектральними камерами [2].

Технологія диференційованого внесення є одним із найбільш практично значущих елементів точного землеробства. Вона передбачає створення електронних карт-завдань на основі даних агрохімічного обстеження ґрунтів та супутникових знімків, за якими сільськогосподарська техніка автоматично змінює норму внесення добрив залежно від потреб конкретної ділянки поля. На зонах із низьким вмістом поживних елементів норма збільшується, а на ділянках із достатнім забезпеченням – зменшується або обнуляється. Аналогічний принцип застосовується для змінних норм висіву насіння та обприскування посівів засобами захисту рослин. За даними фахівців, використання диференційованого внесення дозволяє зменшити витрати добрив на 7–15 %, пестицидів – на 9–12 %, пального – на 5–6 % без зниження врожайності, а в окремих випадках навіть із її підвищенням [1].

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) стали невід’ємною складовою сучасного точного землеробства. Агродрони використовуються для оперативного моніторингу стану посівів, виявлення проблемних зон на полі, оцінки густоти рослинного покриву та проведення локального обприскування. Мультиспектральні камери, встановлені на БПЛА, дозволяють отримувати вегетаційні індекси з просторовою роздільною здатністю у кілька сантиметрів, що значно перевищує можливості супутникових знімків. Крім того, дрони-обприскувачі забезпечують точне локальне внесення засобів захисту рослин на проблемних ділянках, що зменшує загальне навантаження пестицидів на агроєкосистему [2].

Поєднання даних дистанційного зондування з інформацією наземних датчиків забезпечує комплексну оцінку стану агроценозу. Ґрунтові сенсори вимірюють вологість, електропровідність, температуру та вміст поживних елементів у режимі реального часу. Датчики врожайності, встановлені на зернозбиральних комбайнах, формують карти врожайності, що відображають продуктивність кожної ділянки поля. Аналіз цих карт за кілька сезонів дозволяє виявити стабільно продуктивні та стабільно проблемні зони, що є основою для прийняття довгострокових агрономічних рішень щодо сівозмін, систем удобрення та обробітку ґрунту.

Впровадження технологій точного землеробства в Україні має значний потенціал, зумовлений великими площами сільськогосподарських угідь та значною просторовою неоднорідністю ґрунтового покриву. Водночас процес цифрової трансформації аграрного сектору стикається з низкою перешкод. До основних бар’єрів належать: високі початкові інвестиції в обладнання та програмне забезпечення, що є особливо відчутними для малих та середніх господарств; недостатній рівень цифрової грамотності серед працівників аграрного сектору; обмежений доступ до високошвидкісного інтернету у сільській місцевості; відсутність системної державної підтримки цифрової трансформації аграрного виробництва. Додатковим фактором є наслідки

воєнних дій, що ускладнюють логістику та збільшують ризики інвестування у довгострокові технологічні рішення [1].

Незважаючи на зазначені перешкоди, досвід передових вітчизняних агропідприємств демонструє високу ефективність впровадження елементів точного землеробства. Великі агрохолдинги та середні фермерські господарства, які впровадили GPS-навігацію, диференційоване внесення добрив та моніторинг посівів за допомогою БПЛА, фіксують зменшення витрат ресурсів, підвищення врожайності та покращення якості продукції. Важливим стимулом для подальшого впровадження є також вимоги європейського ринку до простежуваності та екологічної сертифікації сільськогосподарської продукції, що потребують документального підтвердження обсягів застосованих агрохімікатів [1].

Окрім економічних переваг, точне землеробство має суттєвий екологічний ефект. Зменшення обсягів внесення мінеральних добрив та пестицидів знижує ризик забруднення ґрунтових вод та поверхневих водойм. Оптимізація використання паливно-мастильних матеріалів завдяки точній навігації скорочує викиди парникових газів. Збереження родючого шару ґрунту завдяки мінімізації зайвого ущільнення сприяє довгостроковій стійкості агроecosystem [3].

Перспективним напрямом розвитку точного землеробства є інтеграція технологій штучного інтелекту та машинного навчання в системи прийняття рішень. Алгоритми глибокого навчання здатні аналізувати великі масиви даних з різних джерел та формувати прогнозні моделі для оптимізації строків і параметрів технологічних операцій. Розвиток технологій Інтернету речей забезпечує безперервний збір даних з мережі розподілених датчиків, що підвищує оперативність та обґрунтованість управлінських рішень.

Таким чином, технології точного землеробства є ефективним інструментом підвищення продуктивності та ресурсоефективності сільськогосподарського виробництва. Системне впровадження GPS-навігації, дистанційного зондування, диференційованого внесення та безпілотного моніторингу забезпечує оптимізацію витрат, підвищення врожайності та зменшення екологічного навантаження. Впровадження цих технологій в аграрному секторі України потребує комплексного підходу, що включає розвиток інфраструктури, підготовку кадрів та формування сприятливого нормативно-правового середовища. Подальші дослідження мають бути спрямовані на адаптацію технологій точного землеробства до конкретних ґрунтово-кліматичних умов та виробничих систем українських регіонів.

#### **Список літератури**

1. Точне землеробство в Україні: визначення та перспективи. WEAGRO. 2025. URL: <https://weagro.ua/blog/tochne-zemlerobstvo-v-ukrayini-vyznachennya-ta-perspektyvy/> (дата звернення: 25.05.2026).
2. Розвиток точного землеробства у світі та його вплив на сільське господарство. Kyivstar Business Hub. 2024. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/rozvytok-tochnogo-zemlerobstva-u-sviti-ta-jogo-vplyv-na-silске-gospodarstvo> (дата звернення: 27.05.2026).

3. Бойко М. О. Точне землеробство як чинник забезпечення екологічної стійкості та захисту ґрунтів. Аграрні інновації. 2023. № 22. С. 15–19. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.2> (дата звернення: 28.05.2026).

УДК 633.63:631.81

**Прокоп'юк Т.П.**, доктор філософії, асистент  
**Лозінський М.В.**, д-р с.-г. наук, професор  
**Куманська Ю.О.**, канд. с.-г. наук, доцент  
**Сидорова І.М.**, канд. с.-г. наук, доцент  
*Білоцерківський національний аграрний університет*  
[Simakovatanya@ukr.net](mailto:Simakovatanya@ukr.net)

## ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ГОСПОДАРСЬКІ ПОКАЗНИКИ БУРЯКА ЦУКРОВОГО

У роботі досліджено вплив різних систем удобрення на врожайність, цукристість і збір цукру буряка цукрового. Встановлено, що найбільшу врожайність (46,9 т/га) і збір цукру (7,73 т/га) досягнуто за традиційної органо-мінеральної системи удобрення  $N_{100}P_{90}K_{90} + 40$  т/га, тоді як найвища цукристість на контролі без добрив – 17 %.

**Ключові слова:** буряк цукровий, мінеральна система удобрення, альтернативна органо-мінеральна система удобрення, традиційна органо-мінеральна система удобрення, врожайність.

**Prokopiuk T.**, Doctor of Philosophy, assistant  
**Lozinskyi M.**, dr. of agriculture sciences, professor  
**Kumanska Y.**, cand. of agr. sciences, associate professor  
**Sidorova I.**, cand. of agr. sciences, associate professor  
*Bila Tserkva National Agrarian University*  
[Simakovatanya@ukr.net](mailto:Simakovatanya@ukr.net)

## INFLUENCE OF DIFFERENT FERTILIZATION SYSTEMS ON BIOLOGICAL INDICATORS OF SUGAR BEET

The work investigated the influence of different fertilization systems on the yield, sugar content and sugar yield of sugar beet. It was found that the highest yield (46.9 t/ha) and sugar yield (7.73 t/ha) were achieved for the traditional organo-mineral system of increasing  $N_{100}P_{90}K_{90} + 40$  t/ha, while the highest sugar content in the control without fertilizers was 17%.

**Keywords:** sugar beet, mineral fertilization system, alternative organo-mineral fertilization system, traditional organo-mineral fertilization system, yield.

Буряк цукровий (*Beta vulgaris* L.) належить до родини *Chenopodiaceae*, і має велике господарське значення як харчова стратегічна культура [1] завдяки тому, що коренеплоди містять високу концентрацію сахарози і використовуються для виготовлення цукру [3], забезпечуючи близько 30 % світового виробництва. В Україні посівні площі під буряками цукровими за 2000–2021 рр. зменшилися в

4,02 рази – з 855,6 тис. га у 2000 р. до 212,6 тис. га – 2021 р. [2]. У 2023 р. виробничі площі зросли до 220,0 тис. га [1]. При цьому валові збори коренеплодів зменшилися лише в 1,34 рази – із 13 198,8 тис. т у 2000 р. до 9834,6 тис. т – 2021 р. Завдяки збільшенню врожайності коренеплодів буряків цукрових відмічається менш стрімке скорочення валових зборів, порівняно із площами посівів [3]

Метою досліджень було встановити вплив різних систем удобрення на врожайність, цукристість та збір цукру буряка цукрового.

Результати досліджень показали, що в середньому за 2020–2022 рр. врожайність буряка цукрового на контролі без внесення добрив склала 18,18 т/га (рис. 1).

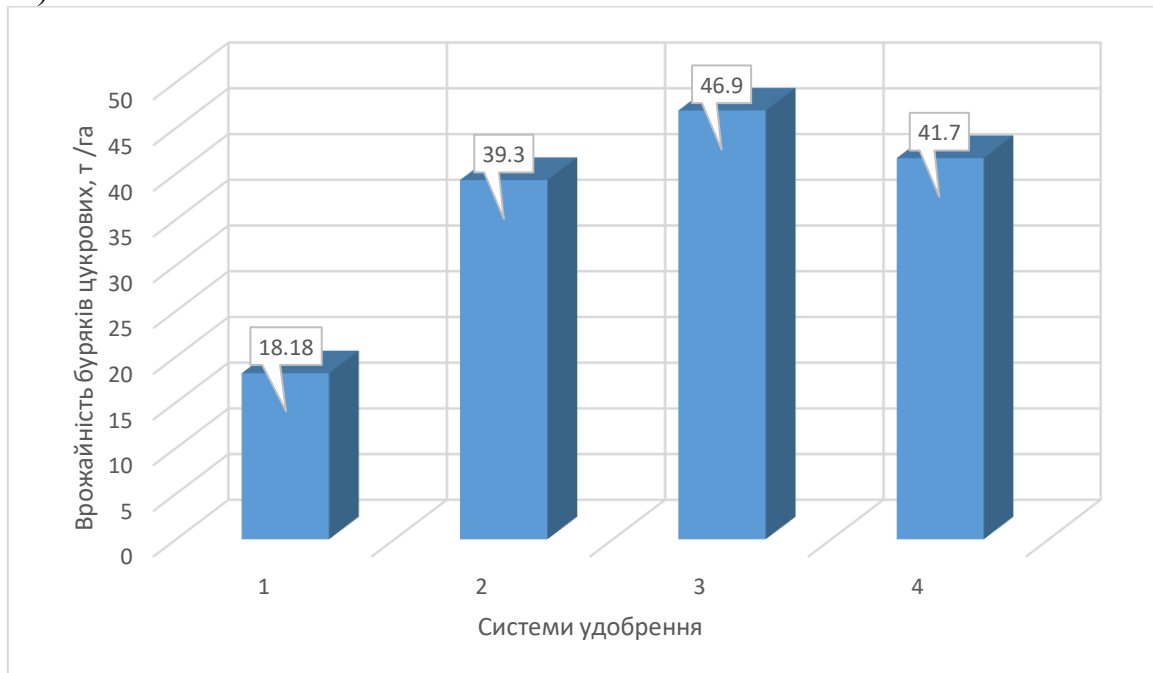


Рис. 1. Врожайність (т/га) буряків цукрових залежно від систем удобрення, середнє за 2020–2022 рр.

Примітка: 1 – без добрив, контроль; 2 – мінеральна  $N_{100}P_{90}K_{90}$ ; 3 – традиційна органо-мінеральна  $N_{100}P_{90}K_{90} + 40$  т/га гною; 4 – альтернативна органо-мінеральна  $N_{100}P_{90}K_{90} +$  солома пшениці озимої.

Внесення лише мінеральних добрив в дозі  $N_{100}P_{90}K_{90}$  збільшило врожайність буряка цукрового у 2,16 рази, за абсолютного показника 39,3 т/га. Незначно збільшила врожайність буряка цукрового альтернативна органо-мінеральна система удобрення  $N_{100}P_{90}K_{90} +$  солома пшениці озимої до 41,7 т/га, перевищуючи мінеральну систему удобрення лише на 2,4 т/га. Найвищу врожайність досягли за традиційної органо мінеральної системи удобрення – 46,9 т/га, перевищивши контроль на 28,72 т/га.

Застосування добрив мало зворотній вплив на цукристість коренеплодів порівняно з врожайністю. На контролі без добрив цукристість склала 17 %. При застосуванні традиційної органо-мінеральної системи удобрення  $N_{100}P_{90}K_{90} + 40$  т/га гною цукристість коренеплодів становила 16,5 %, що в порівнянні з контролем менше на 0,5 %. Подальше зниження цукристості (16,3 %) спостерігали за внесення мінеральних добрив в дозі  $N_{100}P_{90}K_{90}$  та за

альтернативної органо-мінеральної системи удобрення  $N_{100}P_{90}K_{90}$  + солома пшениці озимої, що порівняно з контролем було меншим на 0,7 % (рис. 2).

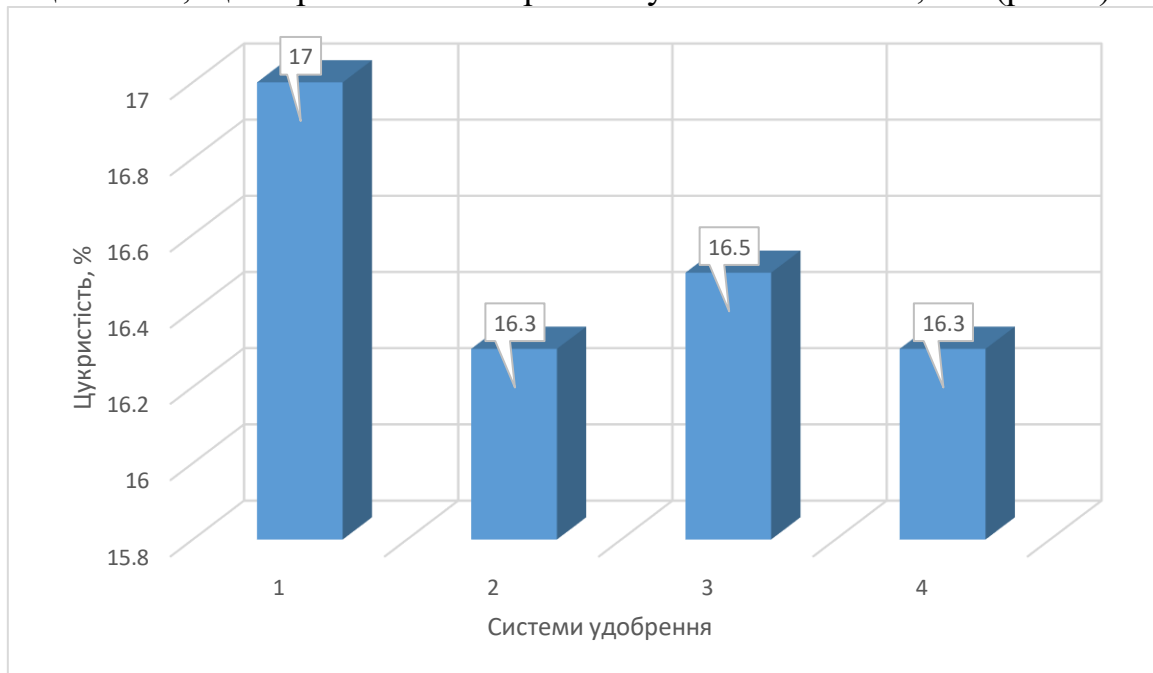


Рис. 2. Цукристість (%) буряків цукрових залежно від систем удобрення, середнє за 2020–2022 рр.

Примітка: 1 – без добрив, контроль; 2 – мінеральна  $N_{100}P_{90}K_{90}$ ; 3 – традиційна органо-мінеральна  $N_{100}P_{90}K_{90}$  + 40 т/га гною; 4 – альтернативна органо-мінеральна  $N_{100}P_{90}K_{90}$  + солома пшениці озимої.

Господарську продуктивність буряка цукрового найкраще відображає показник збору цукру, який на контролі без добрив був досить низьким і склав лише 3,17 т/га (рис. 3).

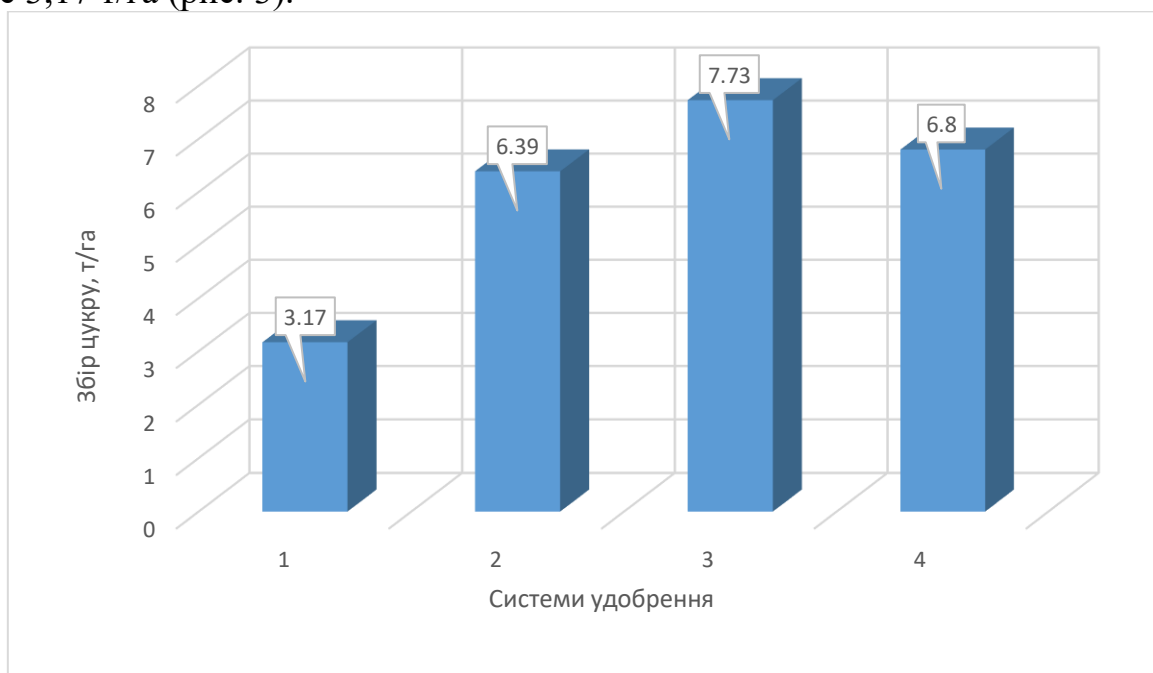


Рис. 3. Збір цукру (т/га) залежно від систем удобрення, середнє за 2020–2022 рр.

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

Примітка: 1 – без добрив, контроль; 2 – мінеральна N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; 3 – традиційна органо-мінеральна N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> + 40 т/га гною; 4 – альтернативна органо-мінеральна N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> + солома пшениці озимої.

Внесення добрив значно підвищило збір цукру. Так за мінеральної системи удобрення N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> збір цукру склав 6,39 т/га, перевищуючи контроль у 2,02 рази. За внесення N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> + солома пшениці озимої збір цукру збільшився до 6,8 т/га, що перевищило показник за мінеральної системи удобрення на 0,41 т/га. Найвищого збору цукру 7,73 т/га досягли за традиційної органо-мінеральної системи удобрення N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> + 40 т/га, перевищивши контроль на 4,56 т/га.

Отже, найвищу врожайності коренеплодів буряка цукрового 46, 9 т/га і збір цукру 7,73 т/га досягли за традиційної органо-мінеральної системи удобрення.

**Список літератури**

1. Drobotko A., Sharata N., Markova N., Kachanova T. The influence of different fertilization regimes on the yield and nutrient content of the sugar beet crop. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, No. 11. P. 134–144. DOI: [10.48077/scihor11.2023.134](https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.134)

2. Tayyab M., Wakeel A., Mubarak M. U., Artyszak A., Ali S., Hakki E. E., Ishfaq M. Sugar beet cultivation in the tropics and subtropics: challenges and opportunities. *Agronomy*. 2023. Vol. 13, No 5. P. 1213. DOI: [10.3390/agronomy13051213](https://doi.org/10.3390/agronomy13051213)

3. Потапов А. В., Грабовський М. Б. Формування врожайності та технологічних показників якості буряків цукрових залежно від систем фунгіцидного захисту та мікродобрив. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. № 38. С. 40–50. DOI: [10.37406/2706-9052-2023-1.6](https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.6)

**УДК 631.524/.527.5:633.111”324”**

**Самойлик М.О.**, доктор філософії

**Лозінський М.В.**, доктор с.-г. наук, професор

**Філіцька О.О.**, доктор філософії

*Білоцерківський національний аграрний університет*

[maiiasamoilyk1983@gmail.com](mailto:maiiasamoilyk1983@gmail.com)

## **ТРАНСГРЕСИВНА МІНЛИВІСТЬ КІЛЬКОСТІ КОЛОСКІВ ГОЛОВНОГО КОЛОСА У ПОПУЛЯЦІЙ F<sub>2</sub> ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ**

В умовах дослідного поля НВЦ Білоцерківського НАУ досліджували трансгресивну мінливість кількості колосків головного колоса у популяції F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої отриманих схрещуванням різних екотипів. З найвищим максимальним проявом ознаки (22 шт.) кількості колосків у колосі виділили популяції Квітка полів / Мулан, Знахідка одеська / Мулан. Високі показники ступеня 16,7 % і частоти трансгресій 76,7 %, 90,0 % визначили у Знахідка одеська / Фіделіус і Фіделіус / Знахідка одеська відповідно.

**Ключові слова:** пшениця озима, сорт, популяції, головний колос, кількість колосків, ступінь і частота трансгресій.

**Samoilyk Maiia, PhD**

**Lozinskyi Mykola, Doctor of Agricultural Sciences, Professor**

**Filitska Oleksandra, PhD**

*Bila Tserkva National Agrarian University*

## TRANSGRESSIVE VARIABILITY IN THE NUMBER OF SPIKELETS PER MAIN SPIKELET IN F<sub>2</sub> POPULATIONS OF WINTER SOFT WHEAT

At the experimental field of the Research Centre of the Bila Tserkva National Agrarian University, the transgressive variation in the number of spikelets per main spike was investigated in an F<sub>2</sub> population of winter soft wheat derived from crosses between different ecotypes. The populations Kvitka Poliv / Mulan and Znakhidka Odesca / Mulan were identified as having the highest maximum expression of the trait (22 pcs.) of the number of spikelets in the spike. High values of 16.7% for the degree of transgression and 76.7% and 90.0% for the frequency of transgression were determined in Znakhidka Odesca / Fidelius and Fidelius / Znakhidka Odesca, respectively.

**Key words:** winter wheat, variety, populations, main ear, number of spikelets, degree and frequency of transgression.

Пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.) озима одна з головних зернових культур України, що суттєво впливає на продовольчу безпеку країни та експортні можливості аграрної галузі [1, 2]. Важливим фактором зростання продуктивності та економічної ефективності вирощування пшениці озимої є створення сучасних сортів інтенсивного типу, адаптованих до умов кожного регіону, які характеризуються високим генетичним потенціалом урожайності і якості зерна [3, 4].

Для ведення вдалого селекційного процесу з пшеницею важливим є залучення до гібридизації сортів різного генетичного і географічного походження [5]. Так як, генетичні механізми, що контролюють певні ознаки, можуть відрізнитися в різних екологічних нішах забезпечуючи суттєве генетичне різноманіття серед гібридних нащадків [6].

У 2023 р. на базі дослідного поля НВЦ Білоцерківського НАУ досліджували популяції F<sub>2</sub> отримані схрещуванням пшениці м'якої озимої лісостепового (Квітка полів), степового (Знахідка одеська, Ластівка одеська) і західноєвропейського (Мулан, Фіделіус) екотипів. Визначали ступінь (Тс, %) та частоту (Тч, %) позитивних трансгресій за загальноприйнятою методикою [7]:  $T_c = ((P_g - P_r) / P_r) \times 100 \%$ , де: Тс – ступінь трансгресії, %; P<sub>г</sub> – максимальне значення ознаки у гібрида; P<sub>р</sub> – максимальне значення ознаки у кращої батьківської форми.  $T_c = (A / B) \times 100 \%$ , де: Тч – частота появи трансгресій, %; А – кількість особин в популяції, що переважали за ознакою кращу з батьківських форм; В – кількість проаналізованих за ознакою рослин у популяції.

Метою експерименту було виявлення трансгресивної мінливості кількості колосків головного колоса в популяції F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої, отриманих за гібридизації сортів різних екотипів.

У досліджуваних популяції F<sub>2</sub> перевищення середньої кількості колосків (17,4 шт.) встановили у Знахідка одеська / Мулан (18,6 шт.), Фіделіус / Знахідка одеська (18,2 шт.), Знахідка одеська / Фіделіус (17,6 шт.). Крайні максимальні значення кількості колосків (19,0–22,0 шт.) рекомбінантів значно перевищували відповідні показники батьківських форм – 18,0–20,0 шт. У більшості популяцій спостерігався значний формотворчий процес за досліджуваною ознакою.

Доречно виділити комбінації створені за гібридизації сортів лісостепового еко типу Квітка полів і степового Знахідка одеська з західноєвропейським – Мулан, а саме: Квітка полів / Мулан і Знахідка одеська / Мулан з крайнім максимальним проявом кількості колосків 22 шт. (табл. 1).

**Таблиця 1 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю колосків головного колоса в популяції F<sub>2</sub>, (2023 р.)**

Популяція F <sub>2</sub>	Кількість колосків, шт.					Трансгресії, %	
	середнє			максимальний прояв			
	♀	♂	F <sub>2</sub>	P	F <sub>2</sub>	Tc	Tч
Квітка полів / Мулан	17,4	17,8	17,2	20,0	22,0	10,0	46,7
Квітка полів / Фіделіус	17,4	16,4	17,0	18,0	20,0	11,1	53,3
Фіделіус / Квітка полів	16,4	17,4	16,0	18,0	19,0	5,6	23,3
Знахідка одеська / Мулан	16,9	17,8	18,6	20,0	22,0	10,0	73,3
Знахідка одеська / Фіделіус	16,9	16,4	17,6	18,0	21,0	16,7	76,7
Ластівка одеська / Фіделіус	17,0	16,4	17,3	19,0	20,0	5,3	66,7
Фіделіус / Знахідка одеська	16,4	16,9	18,2	18,0	21,0	16,7	90,0

Ступінь позитивних трансгресій за кількістю колосків головного колоса змінювався від 5,3 % – Ластівка одеська / Фіделіус до 16,7 % – Знахідка одеська / Фіделіус, Фіделіус / Знахідка одеська із частотою трансгресивних рекомбінантів від 23,3 % (Фіделіус / Квітка полів) до 90,0 % – Фіделіус / Знахідка одеська. З високими показниками ступеня і частоти трансгресій виділились популяції: Фіделіус / Знахідка одеська (Tc = 16,7 %; Tч = 90,0 %), Знахідка одеська / Фіделіус (Tc = 16,7 %; Tч = 76,7 %), Квітка полів / Фіделіус (Tc = 11,1 %; Tч = 53,3 %), Знахідка одеська / Мулан (Tc = 10,0 %; Tч = 73,3 %) і Квітка полів / Мулан (Tc = 10,0 %; Tч = 46,7 %).

Аналіз досліджень свідчить про те, що підбір до гібридизації сортів різних еко типів сприяє широкому формотворенню в популяції F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої з можливістю добору позитивних трансгресивних рекомбінантів за кількістю колосків головного колоса.

#### Список літератури

1. Гадзало Я. М., Кириченко В. В., Дзюбецький Б. В. Стратегія інноваційного розвитку селекції і насінництва зернових культур в Україні: наук. вид. Київ– Харків–Дніпро. 2016. 32 с
2. Самойлик М. О., Лозінський М. В. Особливості успадкування в F<sub>1</sub> і трансгресивна мінливість в популяції F<sub>2</sub> маси зерна з головного колоса за схрещування пшениці м'якої озимої різних еко типів. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 154–161. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.24>
3. Корхова М. М., Нікончук Н. В., Панфілова А. В. Адаптивний потенціал нових сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 122. С. 48–55. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.7>.
4. Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В., Правдзіва І. В., Пикало С. В., Замліла Н. П. Селекційна цінність ліній пшениці озимої за продуктивністю та показниками якості зерна. *Український журнал природничих наук*. 2026. № 16. С. 199–212. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.16.2026.17>

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

5. Власенко В. А., Бакуменко О. М. Генетична оцінка елементів продуктивності гібридів F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої, створених за участі носіїв інтрогресованих компонентів. *Миронівський вісник*. 2017. № 4. С. 88–101.

6. Домарацький Є. О., Базалій В. В., Ларченко О. В. Сучасний сортовий склад пшениці м'якої озимої та параметри його екологічної стійкості за різних умов вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 104. С. 9–15.

7. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур. Миронівка: ПрАТ «Миронівська друкарня», 2016. 376 с.

**УДК 631.445.4:631.51[631.416.1:631.417.2]**

**Свиридов А.М.**, канд.с.-г. наук, доцент

**Поляк І.В.**, аспірант

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

[iv.poliak.logistic@gmail.com](mailto:iv.poliak.logistic@gmail.com)

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ ПІД СОРГО ЗЕРНОВЕ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ**

Проведено порівняльну оцінку ресурсощадних технологій обробітку ґрунту під сорго зернове в ланці сівозміни пшениця озима – сорго.

Встановлено, що в умовах вкрай посушливого клімату, особливо у 2024 році, мілкий дисковий обробіток не зменшував урожайність зерна сорго, а у 2025 році давав суттєву прибавку зерна (0,63 т/га) порівняно з контролем. Технологія нульового обробітку покращувала основні агрофізичні показники ґрунту та збільшувала врожайність зерна сорго на 0,37 – 0,72 т/га при середній урожайності на контролі 5,61 т/га.

**Ключові слова:** *урожайність, оранка, дискування, пряма сівба, сорго на зерно.*

**Svyrydov A.M., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor**

**Polyak I.V., Postgraduate Student**

State Biotechnological University, Kharkiv

[iv.poliak.logistic@gmail.com](mailto:iv.poliak.logistic@gmail.com)

## **EFFECTIVENESS OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES OF SOIL CULTIVATION UNDER GRAIN SORGHUM IN THE NORTHERN STEPPE OF UKRAINE**

A comparative assessment of resource-saving technologies for tillage under grain sorghum in the winter wheat-sorghum crop rotation link was conducted.

It was found that in extremely arid climate conditions, especially in 2024, shallow disk tillage did not reduce the yield of sorghum grain, and in 2025 it gave a significant increase in grain (0.63 t/ha) compared to the control. The zero-tillage technology improved the main agrophysical indicators of the soil and increased the yield of sorghum grain by 0.37 - 0.72 t/ha with an average yield in the control of 5.61 t/ha.

**Keywords:** *yield, plowing, disking, direct sowing, grain sorghum.*

Актуальність досліджень. Оптимізація умов росту, розвитку рослин сорго залежить від раціональних ресурсощадних технологій обробітку ґрунту. За

останні декілька десятиріч в умовах глобального потепління клімату і створення вкрай посушливих умов все більш уваги приділяється такій зерновій культурі, як сорго [1,2].

Стримувальним чинником розширення посівних площ під сорго зернове в Північному Степу України є дефіцит наукової інформації відносно генетичного потенціалу різних гібридів сорго зернового і відсутність адаптивних технологій його вирощування в умовах змін клімату [3,9]. Тому вдосконалення технологій обробітку ґрунту в посушливих регіонах України є актуальним завданням землеробства [4,5].

Рівень розкриття ресурсного потенціалу продуктивності рослин сорго значною мірою залежить від фотосинтетичної діяльності, водоспоживання та мінерального живлення рослин. Ці питання в технології обробітку ґрунту вивчені недостатньо [6-8]. Таким чином, питання ресурсозбереження з появою нових закордонних механізованих знарядь обробітку ґрунту та сівалок прямої сівби в необроблюваний ґрунт викликали необхідність вивчити вплив мінімальних і нульових технологій обробітку ґрунту на врожайність сорго зернового.

Дослідження проводили протягом 2024-2025 рр у польовому досліді, закладеному на чорноземі звичайному фермерського господарства «Поляк В.В.» Берестинського району Харківської області.

Мета досліджень полягала у визначенні впливу технологій ресурсоощадного обробітку ґрунту на формування врожайності зерна сорго в умовах Північного Степу України.

Результати досліджень та їх обговорення. Вивчали дисковий обробіток ґрунту на 8-10 см і технологію No-till. Контролем слугувала полицева оранка на 25-27 см. Технологія нульового обробітку ґрунту сприяла поліпшенню таких агрофізичних показників, як щільність, твердість та структурність ґрунту. Суттєва прибавка зерна сорго порівняно з контролем у 2025 році пояснюється покращенням запасів доступної вологи в ґрунті та оптимальними агрофізичними показниками протягом вегетації рослин. Встановлено високу кореляційну залежність між запасами доступної вологи в ґрунті та врожайністю зерна в критичний період розвитку рослин сорго. При цьому збільшується площа листової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин. Це покращує такі показники структури врожайності, як маса тисячі зерен, кількість зерна та маса зерен в одній волоті. Урожайність зерна сорго в середньому за два роки склала на контролі 5,61 т/га, за врожайності на дисковому обробітку ґрунту 5,95 т/га, а за нульового обробітку – 6,23 т/га.

Висновки. Попередні дослідження ефективності впливу ресурсоощадних технологій обробітку ґрунту під сорго зернове свідчать про перевагу мілкового дискового обробітку в умовах потепління клімату в Північному Степу України. Пряма сівба біла більш ефективною за впливу на врожайність зерна сорго в порівнянні із класичною оранкою.

#### **Список літератури**

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

1. Шевченко В. Г., Гайда Ю. О. Вплив густоти посіву на урожайність та якість зернового сорго в умовах Степу України. Вісник Дніпропетровського аграрного університету. – 2017. – № 4. – С. 106–110.
2. Правдива Л. А., Доронін В. А. Влив мінеральних добрив. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – 2022. – Вип. 72(1). – С. 51–64. – DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-4
3. Тігаренко О. С. Розробка елементів технології вирощування сорго: дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09. – Херсон, 2017. – 230 с.
4. Свиридова Л. А. Формування продуктивності гібридів сорго зернового за-лежно від норм та способу сівби у Східному Лісостепу України : автореф. канд. с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво, – Харківський НАУ ім. В. В. Докучаєва. – Харків, 2019. – 24 с.
5. Сторожик Л.І., Присяжнюк О.І., Завгородня С.В. Екологічна пластичність сорго зернового. Новітні агротехнології. – 2019. – № 7. – URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204818>
6. Алексеев Я.В. Оптимізація технологічних заходів вирощування сорго зернового в Північному Степу України. 65анд... 65анд.. с.-г. наук, спец. 06.01.09. рослинництво. Дніпро. 2021. 186 с.
7. Бойко М.О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія». 2016. № 235. С. 33–39
8. Каленська С.М., Новицька Н.В., Юник А.В. Найденко В. Технології вирощування малопоширених перспективних культур комплексного використання: науково-практичні рекомендації щодо комплексу технологічних заходів. Київ: «КОМПРИНГ», 2017. 82 с.
9. Присяжнюк О.І., Сторожик Л.І. Екологічна пластичність сортів сорго зернового. Новітні агротехнології. 2019. №7. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/vie>

**УДК: 633.85:631.582:631.51**

**Тарасенко О.А.**, канд. с.-г. наук

**Царинна О.С.**, м.н.с.

*Панфільська дослідна станція ННЦ «ІЗ НААН»*

[sanenia@ukr.net](mailto:sanenia@ukr.net)

## **РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ЯРОГО В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ**

Висвітлено результати досліджень щодо впливу способів обробітку ґрунту, доз мінеральних добрив і стимуляторів росту на продуктивність ріпаку ярого сорту Магнат в умовах північної частини Лісостепу України. Актуальність роботи зумовлена необхідністю вдосконалення технологій вирощування олійних культур та впровадження ресурсозберігаючих агротехнологій. Дослідження проведено на чорноземах типових із застосуванням польових, лабораторних, статистичних і розрахунково-порівняльних методів.

Встановлено, що найвищу врожайність насіння ріпаку ярого (1,79 т/га) забезпечує поєднання полицевого обробітку ґрунту, внесення мінеральних добрив у дозі N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> та застосування цитокініну й амінокислот. Застосування технології no-till сприяло зниженню енергетичних витрат, що підтверджує її ефективність як ресурсозберігаючого агротехнічного прийому. Отримані результати дають підстави рекомендувати для умов регіону поєднання полицевого обробітку ґрунту, оптимального удобрення та регуляторів росту для підвищення продуктивності ріпаку ярого.

Досліджувані технології сприяли підвищенню економічної ефективності виробництва, забезпечуючи високий рівень прибутку та рентабельності. Результати досліджень підтверджують доцільність використання удосконалених технологій вирощування олійних культур для підвищення їх продуктивності та раціонального використання ресурсів.

**Ключові слова:** короткоротаційні сівозміни, no-till, обробіток ґрунту, ресурсозберігаючі технології, ріпак ярий, урожайність.

**Tarasenko O.A., candidate of agricultural sciences**

**Tsarynna O.S., junior researcher**

Panfilov Research Station NSC "IZ NAAS"

[sanenia@ukr.net](mailto:sanenia@ukr.net)

## RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES FOR GROWING SPRING RAPESEED IN SHORT-ROTATION CROP ROTATIONS

The article presents the results of research on the effects of soil tillage methods, mineral fertilizer rates, and growth stimulants on the productivity of spring rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivar Magnat under the conditions of the northern Forest-Steppe of Ukraine. The relevance of the study is determined by the need to improve oilseed crop cultivation technologies and to implement resource-saving agricultural practices. The research was conducted on typical chernozem soils using field, laboratory, statistical, and comparative analytical methods.

The results showed that the highest seed yield of spring rapeseed (1.79 t ha<sup>-1</sup>) was obtained under a combination of conventional moldboard tillage, application of mineral fertilizers at a rate of N90P60K90, and foliar treatment with cytokinin and amino acids. The use of no-till technology contributed to reduced energy consumption, confirming its effectiveness as a resource-saving agronomic practice. The obtained results make it possible to recommend the combination of moldboard tillage, balanced mineral nutrition, and growth regulators for increasing spring rapeseed productivity under the conditions of the studied region.

The investigated technological practices improved the economic efficiency of production by ensuring a high level of profitability and net income. The research findings confirm the feasibility of applying improved oilseed crop cultivation technologies to enhance productivity and promote the efficient use of available resources.

**Keywords:** short-rotation crop rotations, no-till, soil tillage, resource-saving technologies, spring rapeseed, yield.

Олійні культури посідають важливе місце в структурі аграрного виробництва України, а їх значення для забезпечення продовольчої безпеки та розвитку експортного потенціалу держави постійно зростає [2–4]. Розширення площ посівів ріпаку потребує вдосконалення існуючих технологій вирощування з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов окремих регіонів, біологічних особливостей сортів і сучасних вимог до ресурсозбереження [2–4].

Проведені дослідження були спрямовані на оцінку ефективності різних систем обробітку ґрунту, рівнів мінерального живлення та застосування стимуляторів росту і мікроелементів під час вирощування олійних культур у Лівобережному Лісостепу України [1, 3, 4, 6]. Польові експерименти виконували на чорноземі типовому малогумусному з використанням комплексу польових, лабораторних та статистичних методів досліджень [5].

Результати свідчать, що продуктивність ріпаку ярого значною мірою залежить від поєднання способу обробітку ґрунту та системи удобрення [1, 3, 6–9]. Найкращі показники врожайності отримано за класичного полицевого обробітку ґрунту із внесенням мінеральних добрив у дозі N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> та позакореневим застосуванням цитокініну й амінокислот [1, 3, 6, 8, 9]. За таких умов середня врожайність насіння ріпаку ярого становила 1,79 т/га, рівень рентабельності досягав 44 %, а чистий прибуток – 7897 грн/га. Крім того, саме на цьому варіанті відзначено високі показники енергетичної ефективності та якості продукції.

Застосування мінімального обробітку та технології прямої сівби (no-till) супроводжувалося певним зниженням урожайності ріпаку ярого порівняно з традиційною оранкою, проте сприяло скороченню енергетичних витрат на виробництво [2, 4, 7]. Це підтверджує доцільність використання ресурсозберігаючих систем землеробства в умовах необхідності оптимізації виробничих витрат [2, 4, 7].

Отримані результати доводять ефективність удосконалених технологій вирощування олійних культур із застосуванням позакореневого підживлення, регуляторів росту та збалансованого мінерального живлення [1, 3, 6, 8, 9]. Запропоновані агротехнічні заходи забезпечують підвищення врожайності, покращення економічних показників виробництва та раціональне використання енергетичних ресурсів у господарствах Лівобережного Лісостепу України [4, 7, 8].

#### **Список літератури**

1. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2019. 560 с.
2. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування польових культур. Львів : НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.
3. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іващук П. В. Ріпак ярий і озимий: біологія, технологія вирощування та використання. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 376 с.
4. Ткаліч Ю. І., Кабанець В. М. Технології вирощування олійних культур в умовах зміни клімату. Вісник аграрної науки. 2021. № 7. С. 28–35.
5. Поліщук І. С., Мазур В. А. Формування продуктивності ріпаку ярого залежно від елементів технології вирощування. Корми і кормовиробництво. 2019. Вип. 87. С. 142–149.
6. Grant C. A., Bailey L. D., McLaughlin N. B. Management Factors Which Influence Canola Production. Canadian Journal of Plant Science. 2019. Vol. 99. No. 4. P. 525–540.
7. Johnston A. M., Bruulsema T. W. 4R Nutrient Stewardship for Improved Nutrient Use Efficiency. Procedia Engineering. 2018. Vol. 83. P. 365–370.
8. Gan Y., Malhi S. S., Brandt S. A. Effect of Fertilization on Seed Yield and Quality of Canola. Agronomy Journal. 2017. Vol. 109. No. 5. P. 2141–2149.
9. OECD-FAO Agricultural Outlook 2024–2033. Paris : OECD Publishing, 2024. 337 p.

**УДК 631.147:631.582:631.445.4**

**Савченко Є.Д.,** аспірант

*Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»*

*E-mail: [evgensavchenko360@gmail.com](mailto:evgensavchenko360@gmail.com)*

## АГРОХІМІЧНИЙ СТАН ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО МАЛОГУМУСНОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЧНОГО УДОБРЕННЯ В КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ

Наведено результати оцінювання впливу побічної продукції попередника, сидерату редьки олійної, рідкого біодобрива «Біо-Гель» та їх поєднання на агрохімічні показники чорнозему типового малогумусного в короткоротаційній органічній сівозміні. Установлено, що комплексна система удобрення забезпечувала найвищий уміст гумусу, підвищення рН<sub>сол.</sub> і найбільше зростання вмісту лужногідролізного азоту. Зміни вмісту рухомих сполук фосфору та калію свідчать про активізацію біологічного кругообігу елементів живлення за рахунок надходження органічної речовини у вигляді побічної продукції попередника, біомаси сидерату та дією біопрепарату «Біо-Гель».

**Ключові слова:** органічне землеробство, сидерат, біодобриво, побічна продукція, гумус, агрохімічні показники.

**Yevhen Savchenko, postgraduate student**

*National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine»*

## AGROCHEMICAL STATUS OF TYPICAL LOW-HUMUS CHERNOZEM UNDER DIFFERENT ORGANIC FERTILIZATION SYSTEMS IN A SHORT- ROTATION CROP ROTATION

The results of the assessment of the influence of the by-products of the predecessor, the green manure of oilseed radish, the liquid biofertilizer "Bio-Gel" and their combination on the agrochemical indicators of typical low-humus chernozem in short-rotation organic crop rotation are presented. It was established that the complex fertilization system provided the highest humus content, increased soil pH and the greatest increase in the content of alkaline hydrolysis nitrogen. Changes in the content of mobile phosphorus and potassium compounds indicate the activation of the biological cycle of nutrients due to the influx of organic matter in the form of by-products of the predecessor, green manure biomass and the action of the biological preparation «Bio-Gel».

**Key words:** organic farming, green manure, biofertilizer, by-products, humus, agrochemical indicators.

Органічне землеробство ґрунтується на системному підтриманні родючості ґрунту шляхом активізації біологічних процесів і кругообігу поживних речовин за обмеженого використання синтетичних добрив і пестицидів. Особливого значення набуває поєднання рослинних решток, сидеральних культур і біологічних препаратів, здатних посилювати надходження органічної речовини, оптимізувати азотний режим і підтримувати функціональну активність ґрунтової мікробіоти [1–3]. Сидерати розглядають як один із доступних ресурсозберігаючих прийомів збагачення ґрунту органічною речовиною та покращення трансформації азоту в системі «ґрунт – рослина» [4, 5]. За сучасними узагальненнями, використання у системі органічного удобрення побічної продукції попередника, біомаси сидератів та біопрепаратів забезпечує

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

надходження поживних елементів, сприяє поліпшенню структури ґрунту й активізації мікробіологічних процесів [6].

Мета досліджень – визначити вплив різних систем органічного удобрення на агрохімічний стан чорнозему типового малогумусного в короткоротаційній сівозміні соя – пшениця яра – просо.

Досліджували наступні системи удобрення: заробляння побічної продукції попередника (п.п.п., контроль); п.п.п. + сидерат (редька олійна); п.п.п. + біодобриво «Біо-Гель»; п.п.п. + сидерат (редька олійна) + біодобриво «Біо-Гель».

Встановлено, що досліджувані системи органічного удобрення порівняно з контролем забезпечували позитивну динаміку вмісту гумусу та реакції ґрунтового середовища (табл. 1).

**Таблиця 1 – Вміст гумусу та реакція ґрунтового розчину за різних систем органічного удобрення, (у середньому за 2023–2025 рр.)**

Система удобрення*	Уміст гумусу, %		pH <sub>сол.</sub>	
	0–20 см	20–40 см	0–20 см	20–40 см
<b>Соя</b>				
П.п.п. (контроль)	3,02±0,066	2,62±0,015	5,7±0,25	5,5±0,24
П.п.п. + сидерат (редька олійна)	3,07±0,058	2,69±0,003	6,0±0,22	5,6±0,24
П.п.п. + «Біо-Гель»	3,08±0,061	2,71±0,006	6,1±0,25	5,7±0,19
П.п.п. + сидерат (редька олійна) + «Біо-Гель»	3,12±0,058	2,77±0,009	6,4±0,25	5,9±0,17
<b>Пшениця яра</b>				
П.п.п. (контроль)	3,14±0,067	2,69±0,009	5,6±0,06	5,5±0,06
П.п.п. + сидерат (редька олійна)	3,17±0,065	2,75±0,009	5,7±0,03	5,5±0,07
П.п.п. + «Біо-Гель»	3,21±0,057	2,81±0,009	6,0±0,25	5,7±0,09
П.п.п. + сидерат (редька олійна) + «Біо-Гель»	3,24±0,057	2,85±0,012	6,1±0,21	5,9±0,09
<b>Просо</b>				
П.п.п. (контроль)	3,06±0,064	2,65±0,009	5,7±0,10	5,4±0,13
П.п.п. + сидерат (редька олійна)	3,10±0,054	2,70±0,006	5,9±0,12	5,6±0,00
П.п.п. + «Біо-Гель»	3,12±0,054	2,72±0,007	6,0±0,12	5,8±0,12
П.п.п. + сидерат (редька олійна) + «Біо-Гель»	3,18±0,054	2,79±0,012	6,1±0,20	5,9±0,12
<b>У середньому по сівозміні</b>				
П.п.п. (контроль)	3,07±0,066	2,66±0,011	5,7±0,09	5,5±0,13
П.п.п. + сидерат (редька олійна)	3,12±0,059	2,72±0,005	5,8±0,05	5,6±0,09
П.п.п. + «Біо-Гель»	3,14±0,057	2,75±0,007	6,0±0,13	5,8±0,06
П.п.п. + сидерат (редька олійна) + «Біо-Гель»	3,18±0,056	2,80±0,011	6,2±0,10	5,9±0,04

\*Примітка: П.п.п – побічна продукція попередника

Найбільший ефект відзначено за комплексного застосування побічної продукції попередника, сидерату та рідкого біодобрива «Біо-Гель»: у середньому по сівозміні вміст гумусу в шарі 0–20 см зростав із 3,07 до 3,18 %, а в шарі 20–40 см – із 2,66 до 2,80 %. Підвищення значень pH<sub>сол.</sub> із 5,7 до 6,2 у верхньому шарі та з 5,5 до 5,9 у 20–40 см шарі свідчить про помірне послаблення кислотності ґрунтового розчину, що є важливою передумовою активізації мікробіологічних процесів, трансформації органічної речовини та підвищення доступності поживних елементів.

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

Найбільш виражену позитивну динаміку серед показників поживного режиму ґрунту встановлено за вмістом лужногідролізного азоту (табл. 2).

**Таблиця 2 – Уміст основних елементів живлення за різних систем органічного удобрення, у середньому за 2023–2025 рр.**

Система удобрення*	Лужногідролізний азот		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	0–20 см	20–40 см	0–20 см	20–40 см	0–20 см	20–40 см
<b>Соя</b>						
П.п.п. (контроль)	114,3±6,5	82,6±4,2	297,8±21,2	264,9±25,5	276,7±44,7	224,2±57,5
П.п.п. + сидерат	121,0±4,6	89,6±5,6	298,4±22,4	254,3±21,1	267,9±35,2	218,2±55,1
П.п.п. + «Біо-Гель»	123,2±4,6	93,1±5,0	295,2±20,8	240,6±22,7	260,7±33,6	210,5±52,0
П.п.п. + сидерат + «Біо-Гель»	125,5±4,1	98,9±3,7	305,8±22,2	229,8±18,1	258,3±39,7	203,3±48,4
<b>Пшениця яра</b>						
П.п.п. (контроль)	114,2±2,0	94,3±4,7	312,5±7,2	285,7±15,3	252,5±36,4	197,7±28,3
П.п.п. + сидерат	120,6±3,1	100,3±5,1	297,5±1,2	275,8±4,6	262,5±44,1	207,5±38,8
П.п.п. + «Біо-Гель»	121,9±3,5	102,2±5,9	284,3±3,1	267,4±6,3	253,6±44,7	209,6±39,4
П.п.п. + сидерат + «Біо-Гель»	125,5±3,3	104,5±6,5	276,7±4,4	263,0±1,8	256,2±40,5	213,6±41,0
<b>Просо</b>						
П.п.п. (контроль)	112,7±3,3	82,6±0,0	293,1±10,2	262,3±16,9	267,7±36,1	170,0±45,0
П.п.п. + сидерат	118,5±5,4	101,3±6,5	298,6±17,9	257,0±16,7	258,4±38,2	173,2±53,4
П.п.п. + «Біо-Гель»	122,1±6,8	106,0±8,2	276,9±14,5	249,3±23,4	245,4±34,8	166,0±47,9
П.п.п. + сидерат + «Біо-Гель»	128,6±10,8	114,8±11,2	262,8±19,3	240,5±31,6	257,9±22,3	169,2±43,0
<b>У середньому по сівозміні</b>						
П.п.п. (контроль)	113,7±2,3	86,5±3,0	301,1±9,2	271,0±9,7	265,6±18,2	197,3±29,7
П.п.п. + сидерат	120,1±2,1	97,1±1,4	298,2±11,5	262,4±8,4	262,9±17,1	199,6±32,5
П.п.п. + «Біо-Гель»	122,4±2,4	100,5±0,9	285,5±10,5	252,4±10,4	253,2±14,8	195,4±27,8
П.п.п. + сидерат + «Біо-Гель»	126,5±3,3	106,1±0,3	281,8±12,2	244,5±11,6	257,5±6,5	195,4±22,9

У шарі 0–20 см його вміст у середньому по сівозміні зростав із 113,7 мг/кг ґрунту на контролі до 126,5 мг/кг за комплексного застосування побічної продукції попередника, сидерату та біодобрива «Біо-Гель», тобто на 12,8 мг/кг, або 11,3 %. У шарі 20–40 см приріст був вищим і становив 22,7 % – із 86,5 до 106,1 мг/кг ґрунту. Така тенденція свідчить про поліпшення азотного режиму ґрунту за поєднання органічних решток, сидеральної біомаси та біопрепарату.

Динаміка вмісту рухомих сполук фосфору та калію мала інший характер порівняно з лужногідролізним азотом. За застосування органічних систем

удобрення вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті дещо знижувався відносно контролю. Зокрема, за комплексного поєднання побічної продукції попередника, сидерату та біодобрива «Біо-Гель» у 0–20 см шарі цей показник зменшувався із 301,1 до 281,8 мг/кг ґрунту, а в 20–40 см шарі – із 271,0 до 244,5 мг/кг ґрунту. За високого рівня забезпеченості ґрунту рухомими сполуками фосфору така тенденція не свідчить про погіршення фосфатного режиму, а може бути пов'язана з активнішим залученням фосфору в біологічний кругообіг, його іммобілізацією в органо-мінеральних формах та інтенсивним використанням культурами сівозміни.

Уміст рухомих сполук калію залишався відносно стабільним. У 0–20 см шарі його значення коливалися в межах 253,2–265,6 мг/кг ґрунту, а в 20–40 см шарі в межах 195,4–199,6 мг/кг ґрунту. що свідчить про достатню буферність калійного режиму чорнозему та здатність ґрунту підтримувати відносно сталий рівень доступних форм калію за різних систем органічного удобрення.

Отже, комплексне застосування побічної продукції попередника, сидерату редьки олійної та біопрепарату «Біо-Гель» забезпечувало найсприятливіший вплив на агрохімічний стан чорнозему типового малогумусного. Практичне значення отриманих результатів полягає в обґрунтуванні ресурсоощадної системи удобрення для органічної короткоротаційної сівозміни, у якій сидерат і біопрепарат компенсують дефіцит традиційних органічних добрив та підтримують родючість ґрунту.

#### Список літератури

1. Мартинюк І. В., Цимбал Я. С., Савченко С. Д., Савченко Є. Д. Ефективність вирощування круп'яних культур у короткоротаційних органічних сівозмінах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2024. Т. 102, № 11. С. 5–10. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202411-01>
2. Савчук О. І., Приймачук Т. Ю., Дребот О. В., Кудрик А. П., Цуман Н. В. Агроекологічна та економічна оцінка органічної сівозміни в зоні Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 2. С. 166–173. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2024.305676>
3. Волкогон В. В., Дімова С. Б., Волкогон К. І., Сидоренко В. П. Ефективність мікробних препаратів за різних систем удобрення сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 6 (807). С. 5–14. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202006-01>
4. Lyu H., Li Y., Wang Y., Wang P., Shang Y., Yang X., Wang F., Yu A. Drive soil nitrogen transformation and improve crop nitrogen absorption and utilization — a review of green manure applications. *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 14. Article 1305600. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1305600>
5. Gao X., He Y., Chen Y., Wang M. Leguminous green manure amendments improve maize yield by increasing N and P fertilizer use efficiency in yellow soil of the Yunnan-Guizhou Plateau. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2024. Vol. 8. Article 1369571. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1369571>
6. Badagliacca G., Testa G., La Malfa S. G., Cafaro V., Lo Presti E., Monti M. Organic Fertilizers and Bio-Waste for Sustainable Soil Management to Support Crops and Control Greenhouse Gas Emissions in Mediterranean Agroecosystems: A Review. *Horticulturae*. 2024. Vol. 10, № 5. Article 427. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae10050427>

УДК: 631.147: 631.582: 631.811

Савченко С. Д., аспірант

Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»

e-mail: [Syava86@gmail.com](mailto:Syava86@gmail.com)

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ОРГАНІЧНОГО УДОБРЕННЯ НА ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ КУЛЬТУР КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМІНИ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Досліджено вплив різних систем органічного удобрення на забур'яненість культур короткоротаційної сівозміни. Встановлено, що найбільшу ефективність забезпечувало комплексне застосування побічної продукції попередника, сидерату та біодобрива, яке зменшувало чисельність бур'янів у посівах на 48,3–59,1 %, а їх суху масу – на 50,4–56,3 % порівняно з контролем. Найвищу конкурентоспроможність щодо бур'янів проявила гречка. Комплексне удобрення сприяло підвищенню конкурентної здатності культурних рослин.

**Ключові слова:** агроценоз, добрива, сегетальна рослинність, конкурентоздатність.

**Savchenko Serhii, postgraduate student**

*National Scientific Center "Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine"*

## EFFECTIVENESS OF ORGANIC FERTILIZATION SYSTEMS IN WEED CONTROL OF SHORT-ROTATION CROP ROTATION CROPS UNDER THE CONDITIONS OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

The influence of different organic fertilization systems on weed infestation in crops of a short-rotation crop rotation was investigated. It was established that the highest efficiency was achieved through the integrated application of crop residues, green manure, and biofertilizer, which reduced weed density by 48.3–59.1 % and weed dry biomass by 50.4–56.3 % compared with the control treatment. Buckwheat demonstrated the highest competitiveness against weeds among the studied crops. The integrated fertilization system enhanced the competitive ability of crop plants and improved the phytosanitary condition of the agroecosystem.

**Keywords:** agroecosystem, fertilizers, segetal vegetation, competitiveness.

У сучасних умовах загострення агроекологічних проблем дедалі більшого поширення набувають системи землеробства, засновані на принципах біологізації та екологізації виробництва. Важливим елементом таких систем є науково обґрунтовані сівозміни, які сприяють підвищенню продуктивності культур, раціональному використанню ресурсів і підтриманню родючості ґрунту. Водночас ефективність сівозмін значною мірою залежить від рівня забур'яненості посівів, оскільки бур'яни є серйозними конкурентами культурних рослин за світло, вологу та елементи живлення. Тому дослідження впливу

елементів органічних технологій на формування бур'янового компоненту агрофітоценозів є актуальним напрямом сучасної аграрної науки.

Сучасні дослідження свідчать, що сидеральні культури є ефективним інструментом регулювання забур'яненості в органічному землеробстві. За даними Fernando et al. [1] та Malaspina et al. [2], покривні культури пригнічують розвиток бур'янів завдяки конкуренції за ресурси та алелопатичній дії, а збільшення їх біомаси супроводжується зменшенням чисельності й сухої маси сегетальної рослинності. Метааналіз Osipitan et al. [3] підтвердив, що використання сидератів дозволяє знижувати забур'яненість посівів у середньому на 50 % і більше, особливо на ранніх етапах росту культур. Важливе значення має поєднання сидератів із біологічними препаратами. Płaza et al. [4] та Górski et al. [5] встановили, що комплексне застосування покривних культур і бактеріальних консорціумів забезпечує ефективніше пригнічення бур'янів та підвищує конкурентоспроможність культурних рослин.

Дослідження проводили впродовж 2023–2025 рр. на Панфільській дослідній станції ННЦ «Інститут землеробства НААН» в умовах короткоротаційної трипільної органічної сівозміни: соя – пшениця яра – гречка за чотирьох варіантів удобрення: 1) побічна продукція попередника (контроль); 2) побічна продукція попередника (п. п. п.) + сидерат (гірчиця біла); 3) п. п. п. + біодобриво «Біо-Гель»; 4) п. п. п. + сидерат + біодобриво.

Метою досліджень було встановлення впливу різних систем органічного удобрення на зниження забур'яненості посівів і виявлення конкурентоздатності культур короткоротаційної сівозміни до сегетальної рослинності на чорноземі типовому малогумусному в умовах Лівобережного Лісостепу.

За результатами досліджень, у середньому за 2023–2025 рр., встановлено чітку закономірність зниження забур'яненості посівів за посилення біологізованої системи удобрення, зокрема, найефективнішим в усіх культурах був варіант із внесенням побічної продукції попередника, сидерату та біодобрива у комплексі, який забезпечував найменшу кількість бур'янів як у фазі повних сходів, так і перед збиранням урожаю.

У фазі повних сходів найвищу загальну забур'яненість зафіксовано в посівах сої та пшениці ярої. На контролі вона становила відповідно 201 і 196 шт./м<sup>2</sup>, тоді як у гречки – 114 шт./м<sup>2</sup>, що вказує на вищу початкову конкурентоспроможність гречки. За внесення побічної продукції із сидератом кількість бур'янів у сої зменшувалася до 163 шт./м<sup>2</sup>, або на 18,9 %, у пшениці ярої до 145 шт./м<sup>2</sup>, або на 26,0 %, у гречки до 92 шт./м<sup>2</sup>, або на 19,3 %, що вказує на фітоценотичний ефект від сидерального посіву, що імовірно пов'язаний із поліпшенням структури ґрунту, активізацією мікробіологічних процесів та кращим стартовим розвитком культур.

Застосування побічної продукції попередника із біодобривом було ефективним, зокрема, у посівах сої загальна кількість бур'янів зменшувалася до 135 шт./м<sup>2</sup>, що на 32,8 % менше контролю; у пшениці ярої до 124 шт./м<sup>2</sup>, або на 36,7 %; у гречки до 75 шт./м<sup>2</sup>, або на 34,2 %.

Комплексна система удобрення, яка поєднувала внесення побічної продукції попередника, сидерату та біодобрива істотно зменшувала чисельність доміантних видів бур'янів. У сої кількість плоскухи звичайної знижувалася з 99 до 60 шт./м<sup>2</sup>, мишію сизого з 53 до 21 шт./м<sup>2</sup>. У пшениці ярої ці показники зменшувалися відповідно з 99 до 58 шт./м<sup>2</sup> і з 46 до 25 шт./м<sup>2</sup> відповідно. У гречки – з 54 до 35 шт./м<sup>2</sup> та з 32 до 13 шт./м<sup>2</sup>. Найбільш помітним було пригнічення мишію сизого, що може свідчити про його вищу чутливість до змін умов фітоценотичної конкуренції.

Перед збиранням урожаю загальна забур'яненість істотно знижувалася порівняно з фазою повних сходів. У сої на контролі вона становила 118 шт./м<sup>2</sup>, у пшениці ярої – 77 шт./м<sup>2</sup>, у гречки – 44 шт./м<sup>2</sup>. Порівняно з початковим обліком це менше відповідно на 41,3; 60,7 і 61,4 %. Таке зменшення пояснюється як природною елімінацією частини бур'янів упродовж вегетації, так і посиленням конкурентного впливу культурних рослин у сформованому агрофітоценозі.

Найменшу кількість бур'янів перед збиранням урожаю також відмічено за комплексного удобрення. У сої вона становила 61 шт./м<sup>2</sup>, що на 48,3 % менше контролю; у пшениці ярої – 38 шт./м<sup>2</sup>, або на 50,6 % менше; у гречки – 18 шт./м<sup>2</sup>, або на 59,1 % менше. Найвищий відносний ефект у гречки свідчить про поєднання дії удобрення з високою біологічною здатністю культури пригнічувати бур'яни за рахунок швидкого росту, формування листової поверхні та затінення міжрядь.

Особливо важливим показником є суха маса бур'янів, оскільки вона характеризує не лише кількість, а й фактичну біомасу сегетальної рослинності та її конкурентний тиск на культуру. У сої на контролі суха маса бур'янів становила 126,5 г/м<sup>2</sup>, у пшениці ярої – 81,2 г/м<sup>2</sup>, у гречки – 57,5 г/м<sup>2</sup>. За комплексного застосування побічної продукції, сидерату й біодобрива вона зменшувалася відповідно до 62,7; 37,6 і 25,1 г/м<sup>2</sup>. Тобто, зниження становило 50,4 % у сої, 53,7 % у пшениці ярої та 56,3 % у гречки.

Порівняння кількості бур'янів і їх сухої маси показує, що органічні системи удобрення впливали не лише на щільність бур'янового компоненту, а й на інтенсивність його росту. Наприклад, у сої за комплексного удобрення чисельність бур'янів зменшувалася на 48,3 %, а суха маса на 50,4 %; у пшениці ярої відповідно на 50,6 і 53,7 %; у гречки на 59,1 і 56,3 %.

Структура бур'янового угруповання перед збиранням урожаю також зберігала переважання плоскухи звичайної та мишію сизого. У сої на контролі ці два види формували 102 шт./м<sup>2</sup>, або 86,4 % загальної кількості бур'янів; у пшениці ярої – 66 шт./м<sup>2</sup>, або 85,7 %; у гречки – 34 шт./м<sup>2</sup>, або 77,3 %. Це підтверджує, що саме злакові бур'яни залишалися основними конкурентами культур упродовж вегетації.

Отже, отримані результати переконливо свідчать, що застосування органічних систем удобрення, особливо поєднання побічної продукції попередника, сидерату та біодобрива, є ефективним агроекологічним чинником регулювання забур'яненості посівів. Така система забезпечує зниження чисельності бур'янів у фазі сходів майже на половину, а перед збиранням

урожаю до 59,1 %, одночасно зменшуючи суху масу бур'янів на 50,4–56,3 %, що свідчить про підвищення конкурентоспроможності культур, покращення фітосанітарного стану посівів і доцільність використання комплексного органічного удобрення в короткоротаційній сівозміні.

#### Список літератури

1. Fernando M., Shrestha A., DiTommaso A., et al. The Potential of Cover Crops for Weed Management: A Sole Tool or Component of an Integrated Weed Management System? *Plants*. 2023. Vol. 12, No. 4. Article 752. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12040752>
2. Malaspina M., Puricelli E., Tuesca D., et al. Effect of cover crop mixtures on weed suppression capacity in a dry sub-humid environment of Argentina. *Frontiers in Agronomy*. 2024. Vol. 6. DOI: <https://doi.org/10.3389/fagro.2023.1330073>
3. Osipitan O. A., Dille J. A., Assefa Y., Knezevic S. Z. Cover Crop for Early Season Weed Suppression in Crops: Systematic Review and Meta-Analysis. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110, No. 6. P. 2211–2221. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2017.12.0752>
4. Płaza A., Niewiadomska A., Górski R., Rosa R. A Combination of Bacterial Products and Cover Crops as an Innovative Method of Weed Control in Organic Spring Barley. *Journal of Plant Protection Research*. 2023. Vol. 63, No. 2. P. 196–207. DOI: <https://doi.org/10.24425/jppr.2023.144510>
5. Górski R., Płaza A., Niewiadomska A., Rosa R. The Use of a Composition of Bacterial Consortia and Living Mulch in Organic Spring Barley. *Sustainability*. 2024. Vol. 16, No. 12. Article 5268. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16125268>

УДК 631.354.2.076:004.89

**Павліченко А.А.**, кандидат с.-г. наук, доцент  
**Єзерковський А.В.**, канд. с.-г. наук, асистент  
*Білоцерківський національний аграрний університет*  
Liudmilabc89@gmail.com

## ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОДНОРОТОРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБМОЛОТУ ТА ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СУЧАСНІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНІ КОМБАЙНИ

У роботі проаналізовано конструкційні інновації та технологічну ефективність нового покоління аксіально-роторних зернозбиральних комбайнів в умовах збирання високої врожайності біомаси. Досліджено вплив інтеграції систем штучного інтелекту й автоматичного самоналаштування AFS Harvest Command на мінімізацію втрат, зниження рівня мікротравмування зерна до <0,05% та підвищення загальної енергоефективності процесу.

**Ключові слова:** зернозбиральний комбайн, аксіально-роторний молотильний апарат, штучний інтелект, автоматизація, якість зерна, енергоефективність.

**Pavlichenko A.A.**, candidate of agricultural sciences, associate professor  
**Ezerkovsky A.V.**, candidate of agricultural sciences, assistant

## DEVELOPMENT TRENDS OF SINGLE-ROTOR THRESHING TECHNOLOGY AND INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS INTO MODERN COMBINE HARVESTERS

The paper analyzes structural innovations and technological efficiency of the new generation of axial-rotor combine harvesters under conditions of high-yielding biomass harvesting. The impact of integrating artificial intelligence and AFS Harvest Command automatic self-setting systems on minimizing grain loss, reducing micro-damage rate to <0.05%, and increasing the overall process energy efficiency is investigated.

**Keywords:** combine harvester, axial-rotor threshing system, artificial intelligence, automation, grain quality, energy efficiency.

Сучасний етап розвитку світового агровиробництва характеризується стрімким зростанням урожайності зернових та технічних культур, що автоматично збільшує щільність і обсяг біомаси, яка надходить до молотильно-сепарувального апарату (МСА) комбайнів. Традиційні барабанно-клавішні системи очищення та обмолоту в таких умовах часто досягають своєї технологічної межі, демонструючи критичне зростання втрат та механічного пошкодження (мікротравмування) зерна. Особливо гостро ця проблема постає під час збирання кукурудзи та сої на насіння, де збереження цілісності оболонки та зародка є визначальним фактором схожості. Одним із найефективніших рішень є застосування аксіально-роторної технології, яка завдяки тривалішому перебуванню маси в зоні обмолоту та використанню сили тертя «маси об масу» забезпечує делікатне виділення зерна. Проте підвищення продуктивності МСА вимагає одночасного усунення «людського фактора» через автоматизацію процесів керування, оскільки оператор не завжди здатний миттєво реагувати на динамічні зміни польових умов [1].

Мета дослідження – проаналізувати конструкційні та технологічні інновації в новому поколінні роторних зернозбиральних комбайнів (на прикладі лінійок Case IH Axial-Flow 160, 260 та серії AF) та оцінити ефективність інтеграції інтелектуальних систем автоматичного керування (AFS Harvest Command) за критеріями якості зерна, мінімізації втрат та енергоефективності.

Еволюція та оптимізація МСА середньої потужності (Midrange). На прикладі комбайнів Axial-Flow 160-ї серії (зокрема моделі 6160 з двигуном FPT Cursor 9 потужністю 409 к.с.) досліджено ефективність концепції спрощення кінематичних схем. Відсутність додаткових прискорювальних барабанів та бітерів знижує питоме споживання енергії на привід робочих органів та зменшує кількість деталей, що підлягають зносу. Для інтенсифікації процесу завантаження МСА оптимізовано параметри похилої камери (вантажопідйомність понад 4710 кг, гідроциліндри 85 мм), що дає змогу ефективно використовувати важкі 9-метрові жниварки, знижуючи собівартість збирання на тонну зерна. Особливістю є інтеграція імелера, який не лише стабільно подає масу в ротор, а й створює ефект вакууму (втягуючи до 30 м<sup>3</sup>/хв повітря), суттєво знижуючи запиленість перед кабіною. Ергономічні вдосконалення, такі як розділення підбарабання на 6 секцій масою по 17,3 кг замість 3 секцій по 34,6 кг, скорочують час на переналаштування машини під різні типи культур.

Революційне масштабування та зміна архітектури приводу (Серія AF 2025). Для задоволення потреб великотоварного виробництва розроблено флагманську

серію AF (моделі AF9 та AF10 з двигунами потужністю 635 та 775 к.с. відповідно). Головною конструкційною інновацією є поздовжнє розташування двигуна паралельно осі ротора, що забезпечує прямий привід від колінчастого валу та мінімізує трансмісійні втрати потужності. У серії AF застосовано найбільший у галузі подовжений ступеністий ротор AFXL (діаметр 762 мм, довжина збільшена на 107 см), що разом із безступінчастою трансмісією PowerPlus CVT дозволяє плавно запускати та оперативно реверсувати МСА за забивання. Порівняльний аналіз із попередньою 260-ю серією виявив суттєве кількісне нарощування потенціалу: площа сепарації збільшилась на 50%, площа очищення (Cross Flow Cleaning Plus) — на 35% (до 8,76 м<sup>2</sup>), а пропускна здатність елеватора чистого зерна зросла на 45%, сягнувши рекордних 255 тонн на годину. Зернові бункери об'ємом 16 000–20 000 л забезпечують тривалий цикл автономної роботи з оптимізованим розподілом маси по осях [2].

Автоматизація та інтелектуальні системи самоналаштування. Сучасний вектор розвитку комбайнобудування передбачає делегування функцій керування бортовому комп'ютеру. Система AFS Harvest Command, спираючись на дані 16 сенсорів, у режимі реального часу контролює та коригує 7 базових параметрів роботи комбайна. Досліджено чотири фундаментальні алгоритми автоматизації, що обираються залежно від стратегічної мети господарства:

Режим продуктивності: максимізація швидкості ходу за умови утримання втрат у межах заданого толерантного порогу;

Режим фіксованої пропускної здатності: стабілізація подачі маси в МСА шляхом адаптивної зміни швидкості руху;

Режим максимальної пропускної здатності: експлуатація машини на межі потужності двигуна;

Режим якості зерна: пріоритетне збереження цілісності насіння за рахунок оптимізації обертів ротора та зазорів підбарабання.

Для нівелювання впливу мікрорельєфу впроваджено цифрові датчики нахилу. На кожний 1° поздовжнього нахилу поля система автоматично змінює оберти вентилятора очищення на 2,2% (у межах  $\pm 25\%$ ), запобігаючи зсуву та винесенню дрібного вороху на схилах. Натомість система Cross Flow Cleaning Plus здатна компенсувати поперечний нахил поля до 28%.

Експериментальна валідація та польові випробування. Для підтвердження теоретичних розрахунків проаналізовано результати польових випробувань комбайна Axial-Flow 7260 (потужність 498 к.с., бункер 11 100 л), проведених на посівах кукурудзи у Франції. За екстремальних умов збирання (висока врожайність — 15,8 т/га та підвищена вологість зерна — 24,6%), де традиційні системи демонструють різке падіння ефективності, роторний МСА під керуванням автоматики зафіксував такі показники:

Середній вміст битого (механічно пошкодженого) зерна за оцінкою лабораторії ANATEC становив менше 0,05% (на чистих ділянках — 0,03–0,04%);

Сумарний рівень втрат зерна склав лише 0,8%, причому лівова частка (0,7%) припадала на жниварку, і лише 0,1% — безпосередньо на молотильно-сепарувальний пристрій;

Питома витрата палива зафіксована на рівні 12,8 л/га, що доводить високу енергетичну ефективність оптимізованої кінематики.

Під час порівняльних випробувань на збиранні насінневої сої в аналогічних умовах (врожайність від 3 до 7 т/га) модель Axial-Flow 6160 продемонструвала рівень втрат до 0,5% (29 насінин/м<sup>2</sup>), тоді як комбайни-конкуренти з гібридною та класичною роторною схемами без інтелектуального керування показали втрати на рівні 45 та 52 насінин/м<sup>2</sup> відповідно, що супроводжувалося підвищеним травмуванням насіння або зростанням смітної домішки в бункері [3].

Отже, перехід на сучасні однороторні системи обмолоту Axial-Flow та серії АF є технологічно виправданим кроком в умовах високоінтенсивного рослинництва, оскільки вони забезпечують мінімальне мікротравмування зерна (менше 0,05% на кукурудзі) завдяки принципу обмолоту «маси об масу». Поздовжнє компоновання двигунів у поєднанні з безступінчастими трансмісіями CVT та масштабуванням площі очищення (до 8,76 м<sup>2</sup>) дозволяє збільшити пропускну здатність техніки до 255 т/год без критичного зростання питомої витрати палива (середній показник 12,8 л/га). Інтеграція систем штучного інтелекту та замкнутого циклу автоматичного регулювання (AFS Harvest Command) дозволяє стабілізувати технологічний процес, нівелювати помилки оператора та утримувати загальні втрати за молотаркою в межах 0,1%, що максимізує рентабельність збирання врожаю.

#### Список літератури

1. Сухина А. Польові випробування Axial-Flow 7260. Пропозиція. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ. 06.2025. с. 2 – 5
2. Сухина А. Case IH AF: революція у збиранні врожаю. Пропозиція. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ. 07.2025. с. 3 – 7
3. Олійник В. Ощадно й без втрат. The Ukrainian Farmer, квітень 2026 року. с. 94 – 96.

**УДК 631.171(075.8)**

**Демещук В.А., асистент**

*Білоцерківський національний аграрний університет*

[victordem58@gmail.com](mailto:victordem58@gmail.com)

## **ШЛЯХИ СКОРОЧЕННЯ ВИТРАТ ПАЛЬНОГО ПРИ ВИКОНАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В РОСЛИННИЦТВІ**

Проаналізовано технологічні та енергетичні витрати на вирощування, збирання й переробку продукції рослинництва та обґрунтовано мало енерговитратні технології їх вирощування.

Основними засобами механізації технологічних процесів виробництва сільськогосподарської продукції є машинно-тракторні агрегати.

**Ключові слова:** витрата палива, технологічні процеси, малоенерговитратні технології та технологічні операції.

**Demeschuk V.A., assistant lecturer**

Bila Tserkva National Agrarian University

## **WAYS TO REDUCE FUEL CONSUMPTION WHEN PERFORMING TECHNOLOGICAL PROCESSES IN CROP GROWING**

The technological and energy costs of growing, harvesting and processing crop products have been analyzed and low-energy technologies for their cultivation have been substantiated. The main means of mechanization of technological processes in the production of agricultural products are machine-tractor units.

**Keywords:** fuel consumption, technological processes, low-energy technologies and technological operations.

У структурі прямих експлуатаційних витрат на вирощування сільськогосподарської продукції частка пального становить 30–50%. З огляду на це, мінімізувати зазначені статті видатків можна шляхом зниження питомого споживання палива на одиницю виконаної роботи. Відповідно, чим вища продуктивність агрегату, тим менші питомі витрати пального.

В цілому питомі витрати пального визначаються сумарними витратами палива на всіх технологічних операціях, віднесеними до валового збору продукції. Зниження цих витрат зумовлене правильним комплектуванням та регулюванням МТА, вибором оптимальних швидкостей руху, раціональною організацією польових робіт, а також механізацією допоміжних операцій (навантаження, розвантаження тощо).

Основними шляхами економії пального є:

### **1. Під час основного обробітку ґрунту.**

- Заміна відвального обробітку на безвідвальний важкими дисковими боронами, чизельними плугами або культиваторами, плоскорізами, плугами-розпушувачами, культиваторами розпушувачами як окремо так і в раціональному поєднанні дозволяє підвищити продуктивність в 1,5 - 2,5 рази.

- Глибина обробітку ґрунту не повинна перевищувати допустимої за агровимогами.

- Відвальну оранку виконувати з передплужниками тільки на тих агрофонах де це обумовлено агровимогами (заробка гною, поживних рештків, глибокому більше 30 см обробітку).

- Використовувати переважно гусеничні трактори з широкозахватними бажано оборотними плугами на швидкостях 4-7 км/год.

- В робочих органах машин необхідно під час роботи систематично відновлювати затуплені ріжучі кромки шляхом відтягування ковальським способом або заточування.

- Розмічувати поля для оранки звичайними плугами на загінки правильної форми та оптимальних розмірів залежно від культури під яку готують поле.

- Виконувати операції по можливості в умовах оптимальної вологості ґрунту.

### **2. На передпосівному обробітку ґрунту.**

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

- Суміщувати операції шляхом застосування комбінованих агрегатів по можливості широкозахватних.

- Виконувати операції в оптимальні строки (фізичний стан та вологість ґрунту) на необхідну глибину, рівномірно,

- Перекриття суміжних проходів не повинно перевищувати нормального - застосовуючи слідопоказчик.

- правильно встановлювати та регулювати робочі органи машини.

- Працювати на оптимальних швидкостях руху

- Агрегатувати машини переважно з гусеничними тракторами, або з колісними на широкопрофільних або спарених шинах.

### **3. На посіві.**

- Використовувати широко захватні агрегати бажано з гусеничними тракторами.

- Зменшувати час простоїв агрегатів під завантаженням насінням та добривами за рахунок механізації цих процесів.

- Зменшувати довжину маркерів широкозахватних агрегатів встановивши слідопоказчики.

- Впроваджувати зчіпки для начіпних сівалок просапних культур (цукрові буряки, кукурудза, соняшник).

- Використовувати в залежності від умов посівні комплекси прямого посіву (типу ССК-8,5, "Конкорд", "Флексі Койл"), а на пожнивних та поукісних посівах стерневі сівалки типу СЗС-6, що виключають операції основного та передпосівного обробітку ґрунту.

### **3. На внесенні добрив.**

- Узгоджувати роботу комплексу машин (навантажувачів, транспортних засобів та машин для внесення добрив) по продуктивності.

- Організовувати роботу машин для внесення добрив з заправкою їх переважно в полі або безпосередньо в загінці.

- Комбінувати способи внесення органічних добрив (з куп та кузовними машинами).

- Машини які працюють з шириною захвату більше 6-10м не повинні працювати з надмірним перекриттям, що часто є в практиці в зв'язку з відсутністю орієнтирів для водіння, тому такі агрегати слід обладнувати пристроями для правильного водіння.

### **4. На догляді за посівами.**

- Робочі розчини для заправки оприскувачів готувати на стаціонарі з використанням електричної енергії.

- Практикувати суміщення операцій внесення рідких добрив та пестицидів - скорочується кількість операцій та проходів агрегатів по полю.

- Весняне підживлення озимих та багаторічних трав суміщувати з рихленням застосовуючи сівалки зернові.

- Суміщувати операції міжрядного обробітку та смугового внесення гербіцидів в захисну зону рядка.

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

- Застосовувати механічні способи боротьби з бур'янами в захисній зоні рядка шляхом їх присипання.

- Своєчасне виконання операцій міжрядного обробітку особливо в початковий період шляхом застосування орієнтаторів, слідоутворювачів та гребневих посадок.

- Комплектувати штанги оприскувачів розпилувачами, які забезпечують якісну роботу на мінімально можливих нормах виливу робочих розчинів.

### **5. На збиранні зернових культур.**

- Ширина захвату жатки повинна забезпечувати завантаження комбайна на оптимальних швидкостях 3-5км/год.

- Розробляти заздалегідь план - графік збиральних робіт, який би відображав способи збирання зерна та соломи на окремих площах (полях) з метою зменшення втрат часу на переобладнання збиральних агрегатів безпосередньо під час проведення їх.

- Організовувати групову роботу комбайнів на одному полі з метою своєчасного звільнення його та зменшення втрат зерна.

- Розкошувати поля на загінки оптимальних розмірів з метою зменшення холостих проходів.

- Узгоджувати напрямок руху комбайнів з напрямком руху валкових жаток.

- Вивантаження зерна та заміна візків з подрібненого масою на ходу.

- Вибирати раціональний варіант технології збирання зерна та незернової частини в залежності від умов.

### **6. На заготівлі кормів.**

- Правильний вибір комплексу машин, який дозволяє заготовляти різні види кормів (зелений корм, сінаж, силос, сінну різку).

- При виготовленні трав'яного борошна або сінної різки підв'ялювати масу максимально в польових умовах з наступним штучним досушуванням на стаціонарі.

- В окремих випадках замінювати процес пресування сіна в тюки або рулони на підбір та ущільнення маси без в'язки з навантаженням в транспортні засоби.

- В залежності від ступеня стиглості силосних культур регулювати довжину різки. Для більш стиглих слід зменшувати.

- Узгоджувати по продуктивності роботу збирального комплексу машин.

- Систематично в процесі роботи заточувати ріжучі кромки ножів та протирізальних пластин та витримувати оптимальні зазори між ними.

### **7. На збиранні цукрових буряків.**

- Раціонально поєднувати способи збирання (одно, двох та трьохфазний) з організацією відвезення зібраного врожаю (потоківий, перевалочний та потоково-перевалочний) з поля.

- В залежності від ступеня твердості та вологості ґрунту застосовувати різні викопуючі робочі органи машини (ротаційно-вилчасті, дискові, віброкопачі або пасивного типу), що дозволяє зменшити забрудненість зібраних коренів ґрунтом.

- Правильно встановлювати глибину ходу копачів та періодично очищати робочі органи від забруднень при роботі в екстремальних умовах (підвищена твердість, вологість, забур'яненість).

#### **8. На збиранні картоплі.**

- На важких ґрунтах практикувати комбайнове збирання лише при умові вирощування картоплі шляхом формування високо об'ємних гребенів, які забезпечують кращу сепарацію ґрунту робочими органами комбайна. При цьому зменшується тяговий опір та забрудненість ґрунтом бульб.

- При підвезенні бульб від комбайнів для руху по полю більш ефективним є тракторний транспорт.

- Використання малотоннажних 0,5-0,85м<sup>3</sup> контейнерів як для перевезення, так і для зберігання продовольчої картоплі знижує в 2-2,5 рази механічні пошкодження та втрати при зберіганні бульб.

#### **9. На збиранні кукурудзи на зерно.**

- Вибирати таку технологію збирання, яка б виключала застосування енергії сушіння зерна та качанів.

- Застосовувати зернозбиральні комбайни з обмолотом качанів лише за вологості зерна менше 30%.

- В молотильних барабанах зернозбиральних комбайнів слід перекривати міжбільний простір та встановлювати розріджене підбарабання.

- В кукурудзозбиральних комбайнах, які збирають кукурудзу в качанах на фураж слід відключати качаноочисні апарати та встановлювати над ними скатні дошки.

- На полях з довгими більше 600-1000м гонами слід прокосити через кожні 400м транспортні магістралі.

#### **10. На збиранні льону-довгунцю.**

- З метою полегшення комбайнового збирання поворотні смуги та міжзагінні проходи слід засівати однорічними травами, які збирають на зелений корм перед початком робіт.

- Не допускати збирання в фазі ранньої жовтої стиглості, окрім ділянок з полеглим та ураженим хворобами льоном, тому що зростають втрати волокна та витрати енергії на сушіння волоху.

- Доцільне збирання трести в рулони та великі паковки - скорочуються затрати на підбиранні та навантажувально-розвантажувальних роботах.

- Перспективне збирання льону та реалізації його на заводи, які мають цехи теплового мочіння у вигляді соломи. Для цього застосовують льонокомбайни ЛКВ-4Т, ЛКВ-4А, які мають в'язальні апарати.

**Висновки.** Підвищити ефективність використання машинно-тракторних агрегатів /МТА/ означає збільшення його продуктивності та зниження питомих витрат часу, пального та коштів на одиницю виконаної роботи. Результуючим показником підвищення ефективності використання МТА є зниження питомих витрат коштів на одиницю виробленої продукції, що досягається:

1. Вибором найбільш оптимальних варіантів технологій, які відповідають реальним умовам виробництва продукції рослинництва (стан матеріально-

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

технічної бази, рівень підготовки кадрів, природні умови тощо), які характеризуються мінімальною кількістю технологічних операцій (суміщенням їх, потоковістю технологічних процесів при збиранні врожаю, тобто з мінімумом перевалок продукції).

2. Ретельним виконанням кожної технологічної операції, що досягається правильним комплектуванням та використанням МТА, узгодженістю роботи попереднього агрегату з послідувачим по якості та продуктивності.

3. Заміною енергозатратних низькопродуктивних технологічних операцій на менш енергозатратні, які суттєво не знижують врожайність с.г. культур.

4. Перенесенням виконання частини технологічних операцій наприклад, збирання врожаю, на стаціонар ближче до джерел електричної або інших видів енергії, що забезпечують економію рідкого пального.

5. Підвищенням врожайності с.г. культур шляхом інтенсифікації технологій на основі досягнень науки, та передового досвіду.

6. Зниженням втрат вирощеного врожаю за рахунок правильного вибору та організації використання всього комплексу збиральних машин та транспортних засобів.

**Список літератури**

1. Бондаренко М. Г., Демещук В.А. Комплектування та використання машинно-тракторного парку в рослинництві. К. Вища школа. 1995. 259 с.

**УДК 634.717**

**Шубенко Л.А.**<sup>1</sup>, кандидат с.-г. наук, доцент

**Леус В.В.**<sup>2</sup>, кандидат с.-г. наук, доцент

<sup>1</sup>Білоцерківський національний аграрний університет

<sup>2</sup>Державний біотехнологічний університет

[Lidiia.shubenko@btsau.edu.ua](mailto:Lidiia.shubenko@btsau.edu.ua)

**ВПЛИВ ПАТОГЕННИХ ОРГАНІЗМІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ  
НАСАДЖЕНЬ ОЖИНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ РЕГУЛЮВАННЯ**

Розглянуто вплив сортових особливостей та агротехнічних заходів на рівень стійкості ожини до захворювань. Зазначені чутливість до сірої гнилі середньостиглого сорту 'Смутем' та відносно стійкого ранньостиглого сорту 'Натчез'. Встановлено, що розвитку інфекцій суттєво сприяють загущені посадки, недостатня обрізка рослин, а також їхня низька зимостійкість. Для ефективного управління загальним станом насаджень необхідна точна ідентифікація збудників та розуміння їхніх життєвих циклів. Найкращі результати у захисті культури демонструє інтегрований підхід, який поєднує агротехнічні, біологічні та хімічні методи.

**Ключові слова:** ожина, грибкові хвороби, стійкості до захворювання, фітосанітарний стан насаджень.

**Shubenko L.A.**<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor

<sup>1</sup>Bila Tserkva National Agrarian University

**Leus V.V.**<sup>2</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor

<sup>2</sup>State Biotechnological University

## THE INFLUENCE OF PATHOGENIC ORGANISMS ON THE PRODUCTIVITY OF BLACKBERRY PLANTS AND WAYS OF THEIR REGULATION

The impact of varietal characteristics and agrotechnical measures on the level of blackberry resistance to diseases is considered. Sensitivity to gray rot of the medium-ripening variety 'Smutstem' and the relatively resistant early-ripening variety 'Natchez' are noted. It was established that the development of infections is significantly facilitated by thickened plantings, insufficient pruning of plants, as well as their low winter resistance. Accurate identification of pathogens and understanding of their life cycles is necessary for effective management of the general condition of plantations. The best results in crop protection are demonstrated by an integrated approach that combines agrotechnical, biological and chemical methods.

**Keywords:** blackberry, fungal diseases, disease resistance, phytosanitary state of plantations.

Ожина та її гібриди характеризуються сприйнятливістю до широкого спектра захворювань, зумовлених грибними, бактеріальними та вірусними патогенами. Ефективний контроль або повне усунення цих захворювань є визначальним чинником у створенні та управлінні промисловими насадженнями ожини. Це безпосередньо впливає на довговічність плантацій, якість і врожайність плодів, життєздатність рослин у довгостроковій перспективі та економічну ефективність виробництва [1,2]. Оскільки продуктивність насаджень зростає після першого року вирощування, розподіл початкових інвестицій на триваліший період експлуатації за умов стабільно високих урожаїв сприяє зниженню собівартості продукції та підвищенню конкурентоспроможності виробника [3,4].

Поширення грибних і бактеріальних захворювань значною мірою залежить від кліматичних умов. Зокрема, у регіонах із підвищеною вологістю вони зустрічаються частіше, тоді як у посушливих зонах більш характерними є проблеми, пов'язані з ґрунтовими патогенами. Видовий склад і рівень поширення хвороб також варіюють залежно від географічного положення: у теплих регіонах спостерігаються інші комплекси захворювань, ніж у холодніших [4,6].

Розвиток хвороб рослин визначається взаємодією трьох ключових факторів: наявністю сприйнятливого сорту, присутністю вірулентного патогена та сприятливими умовами навколишнього середовища. Ця концепція відома як «трикутник хвороби». У випадку ожини вирішальне значення мають генетична стійкість сорту та погодні умови, які визначають ступінь ураження насаджень. Патогени зазвичай вже присутні в агроценозах або можуть поширюватися з дикорослих форм ожини. Додатковим джерелом інфекції може бути несертифікований посадковий матеріал [4,5].

Спостереження за поширенням патогенних організмів проводили протягом 6 років у насадженні ожини на дослідній ділянці ботанічного саду

Білоцерківського НАУ. Насадження становили 12 сортів ожини різних строків досягання – від ранньо- до пізньостиглих.

В результаті досліджень зафіксовано, що одним із найпоширеніших і економічно значущих захворювань ожини була сіра гниль, яка уражує плоди, особливо за умов підвищеної вологості під час цвітіння та досягання. Інфекція мала латентний характер і проявлялась вже після збору врожаю у вигляді м'яких світло-коричневих плям, що швидко розширюються. Уражені плоди вкривалися характерним сірим міцелієм, який сприяє вторинному зараженню здорових ягід при контакті. Збудник сірої гнилі зимує у вигляді міцелію та склероціїв на рослинних рештках. Навесні формуються повітряно-краплинні спори, які за наявності вологи здатні інфікувати рослини протягом кількох годин. Проникнення патогена часто відбувається через квіткові органи, де він може залишатися у латентному стані до початку досягання плодів. Найбільш сприятливими умовами для розвитку хвороби була температура в межах 20–27°C у поєднанні з високою вологістю, спричиненою опадами та рососою. Водночас загушення рослин і обмежений рух повітря значно підвищують ризик інфікування.

Молоді рослини та щільні насадження є більш вразливими порівняно з добре розвиненими кущами. Важливу роль у профілактиці відіграють оптимальний вибір місця вирощування та дотримання рекомендованих схем посадки.

Сортові особливості також впливають на рівень стійкості до захворювання. Середньостиглий сорт 'Смуттем' характеризувався підвищеною чутливістю до сірої гнилі, яка уражувала не лише плоди, а й пагони, листки та квітки. Відносно стійким до сірої гнилі виявлено ранньостиглий сорт 'Натчез', досягання ягід та розвиток надземної частини якого відбувається за більш прохолодної та сухої погоди у червні, порівняно із липнем та серпнем – періодом досягання ягід середньостиглих сортів.

Агротехнічні заходи також істотно впливають на рівень захворюваності. Зокрема, загущені посадки та недостатня обрізка сприяють розвитку інфекцій. Генетично зумовлено низька зимостійкість ожини підвищує ризик ураження хворобами пагонів, які, у свою чергу, ще більше знижують стійкість до несприятливих факторів рослини загалом. Ефективне управління фітосанітарним станом насаджень передбачає точну ідентифікацію збудників і глибоке розуміння їхніх життєвих циклів. Найбільш результативним є інтегрований підхід, що поєднує агротехнічні, біологічні та хімічні методи захисту, застосовані у відповідні фази розвитку рослини.

#### Список літератури

1. Шубенко Л. А., Шох С. С., Куманська Ю. О. Оцінювання сортів ожини придатних для вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Агробіологія*. 2020. Вип. 1. С. 201–206. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-201-206
2. Савіна О. І., Глюдзик-Шемота М. Ю., Попович Г. Б., Шейдик К. А. Агробіологічні особливості формування продуктивності ожини. *Plant Science*. 2024. № 3. С. 43–49. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/bitstreams/8831b9e7-3330-4784-ac5a-bbd5a61d979e/download>

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

3. Яновський Ю. П., Кривошопка О. В. Екологічно безпечні заходи обмеження розвитку хвороб малини та ожини в Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 2. С. 34–38.

4. Шубенко Л. А., Леус В. В. Світове виробництво ожини. Міжн наук-прат. конф. Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. м. Біла Церква. 03.10.2024 р. С.17-19.

5. Peres N. A., Timmer L. V., Adaskaveg J. E. Lifestyle of *Colletotrichum acutatum* on berries. *Plant Disease*. 2005. Vol. 89 (8). P. 784–796. <https://metos.global/ua/disease-models-blackberry>.

6. Моделі хвороб ожини та прогнозування ризиків інфекцій. METOS by Pessl Instruments: інформаційний фітосанітарний портал. 2023. URL: <https://metos.global/ua/disease-models-blackberry/>.

**УДК 631.15 (477.44)**

**Танаків М.С.**, аспірант

**Мельник П.П.**, д-р екон. наук, с.н.с.

*Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)*

[maxim777tanakov@gmail.com](mailto:maxim777tanakov@gmail.com)

## **ЕКОЛОГО-МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОФІТОЦЕНОЗІВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

У роботі висвітлені основні характеристики агроценозу поля у Вінницькій області. Проведений опис культурних рослин, що мають медичне значення та бур'янів, як особливої екологічної групи рослин, принципи їх класифікації, заходи боротьби з ними. Вказані найпоширеніші сільськогосподарські рослини, що зустрічаються в агроценозах на Вінниччині. В роботі висвітлено методичні підходи до оцінки еколого-економічних засад управління матеріаломісткістю в агроекосистемах на прикладі Вінницької області.

**Ключові слова:** культурні рослини, сеgetальні, рудеральні, карантинні бур'яни, сільськогосподарські рослини.

**M.S. Tanakov, postgraduate student**

**P.P. Melnyk, PhD in Economics, senior researcher**

*Institute of Agroecology and Natural Resource Management, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)*

[maxim777tanakov@gmail.com](mailto:maxim777tanakov@gmail.com)

## **ECOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF AGROPHYTOCENOSES IN THE VINNYTSIA REGION**

This paper highlights the main characteristics of the field agrocenosis in the Vinnytsia region. It describes cultivated plants of medicinal importance and weeds as a distinct ecological group of plants, the principles of their classification, and measures for their control. The most common agricultural plants found in agrocenoses in the Vinnytsia region are identified. The paper highlights methodological approaches to assessing the ecological and economic foundations of managing material intensity in agroecosystems, using the Vinnytsia region as an example.

**Keywords:** cultivated plants, segetal, ruderal, quarantine weeds, agricultural plants.

**Вступ.** У флорі Землі виділяється невелика за кількістю видів група рослин, які культивуються людиною, і мають назву культурних. Майже всі культурні рослини, яких близько 1,2 тис. видів, належать до відділу Покритонасінних. Культурні, або, як їх ще називають, сільськогосподарські рослини, надзвичайно різноманітні за своєю будовою, походженням, біологією, агротехнікою вирощування і господарчим використанням. Тому знання біолого-морфологічних особливостей агроценозів дозволять ефективніше використовувати їх ресурси [1, 2, 3].

**Мета роботи.** Метою нашої роботи було оцінити у агроценозі Вінницької області біологічні і морфолого-екологічні особливості сільськогосподарських рослин, які мають медичне значення та бур'янів, як особливої екологічної групи рослин, принципи їх класифікації, заходи боротьби з ними.

**Матеріали та методи досліджень.** Для аналізу проблематики дослідження було залучено та проаналізовано наукові праці українських вчених, які в певній мірі висвітлюють проблемні питання щодо еколого-морфологічного складу агроценозів України. Основні методи досліджень, які використовувалися – морфологічний, порівняльно-описовий, екологічний моніторинг.

**Результати та їх обговорення.** Нами були проаналізовані за корисними властивостями сільськогосподарські рослини, які поділяють на кілька груп: - зернові (гречка, жито, кукурудза, овес посівний, просо, пшениця, рис, сорго, ячмінь); - зернобобові (вика посівна, горох посівний, квасоля звичайна, люпин білий, нут, сочевиця); - овочеві (баклажан, буряк звичайний, капуста городня, картопля, огірки, перець стручковий, помідор їстівний, редька посівна); - олійні (арахіс підземний, рапс, гірчиця сарептська, рижій посівний, рицина звичайна, соняшник однорічний); - технічні (бавовник, льон-довгунець); - баштанні (гарбуз звичайний, диня посівна, кавун звичайний); - кормові (конюшина, люцерна, кормовий буряк); - плодово-ягідні (абрикос звичайний, агрус відхилений, кизил, полуниця, черешня), згідно літературних джерел [4, 5].

Були оцінені сільськогосподарські рослини, які мають медичне значення. Ряд злакових культур має велике харчове і кормове значення, служить технічною і лікарською сировиною. Пшениця, рис, кукурудза – головні хлібні злаки. Другорядними злаками є ячмінь, овес, сорго, жито, просо. Деякі злаки використовуються як лікарська сировина (кукурудзяні приймочки, кореневище пирію, трава чаполочі). Також заслуговують уваги бур'яни – це екологічна група рослин, які не обробляються людиною, а пристосувались до зростання серед культурних рослин та в умовах порушеного або повністю знищеного рослинного покриву. Бур'яни різко знижують врожай і якість всіх оброблених культур. Значно зменшують родючість ґрунту, посилюють випаровування вологи, прискорюють появу ґрунтової посухи [6, 7].

Біологічні і морфолого-екологічні особливості бур'янів: - висока плодючість і універсальність поширення; - довготривале збереження здатності до сходження насіння; - леткі пристосування плодів - пір'ясті чубчики (кульбаба, мілкопелюстка); - схожість насіння бур'янів і культурних рослин за формою і розмірами (подорожник ланцетовидний і конюшина червона; берізка польова та

інші); - швидко вегетативне розмноження багаторічних рослин за допомогою підземних органів - коріння глибоко проникає в ґрунт; багаточисельні бічні корені розташовуються паралельно поверхні ґрунту і при їх розтинанні швидко відновлюються (берізка, бодяк), кореневища розростаються і розгалужуються на великій глибині, часто мають багато запасних бруньок, здатних розвивати наземні пагони (пирій); - унікальна пристосованість до різноманітних умов зростання; - глибокий і добре розгалужений корінь у однорічних рослин (грицики звичайні, паслін чорний, кропива пекуча); - ярусне розташування.

Всі бур'яни (до 1500 видів) класифікують за основними морфологічними ознаками. Бур'яни-паразити - це рослини, які втратили здатність до фотосинтезу і живляться за рахунок рослини-господаря. Паразитують вони як на культурних рослинах, так і на бур'янах. Бур'яни-паразити є однорічними, вони розмножуються насінням. Бур'яни-напівпаразити - це рослини, які не втратили здатності до фотосинтезу, але живляться за рахунок рослини-господаря. Бур'яни непаразитні (зелені рослини). За тривалістю життя і способом розмноження їх поділяють на 1-2-річні та багаторічні. 1-2-річні бур'яни розмножуються лише насінням. Відмирають вони після визрівання насіння. Розрізняють підгрупи: - ефемерні: за вегетаційний період при достатній кількості вологи дають декілька поколінь; - ярі: сходи їх з'являються навесні. Рослини утворюють насіння влітку або восени і відмирають в цьому ж році наприкінці вегетаційного періоду; - зимуючі: закінчують вегетацію при ранніх весняних сходах в тому ж році, при пізніх - зимують в будь-якій фазі росту. - озимі: 1-2-річні бур'яни, потребують для свого розвитку понижені температури зимового сезону, незалежно від термінів їх проростання. Багаторічні бур'яни, життєвий цикл їх складає більше двох років. Ці бур'яни найбільш злісні і їх важко позбутися. В залежності від умов зростання бур'яни класифікують на сегетальні і рудеральні.

Сегетальні й карантинні бур'яни – які ростуть на щорічно оброблюваних, окультурених ґрунтах (осот польовий, березка польова, пирій повзучий, сокирки польові, хвощ польовий, щириця, лобода біла, грицики звичайні, зірочник середній). Рудеральні – які зустрічаються на необроблених ґрунтах, пустирях, узбіччях доріг, часто утворюють зарості (кульбаба лікарська, спориш, подорожник).

**Висновки.** Проведене дослідження по визначенню рослинності агрофітоценозу на Вінниччині показало:

1. До найпоширеніших сільськогосподарських рослин належать: 1) кукурудза звичайна, 2) овес посівний, 3) просо посівне, 4) пшениця, 5) вика посівна, 6) горох посівний, 7) квасоля звичайна, 8) люпин білий, 9) сочевиця 10) баклажан, 11) буряк звичайний, 12) капуста городня, 13) картопля, 14) перець стручковий, 15) помідор їстівний, 16) редька посівна 17) арахіс підземний, 18) гірчиця сарептська, 19) рижій посівний, 20) рицина звичайна, 21) соняшник однорічний 22) льон-довгунець 23) гарбуз звичайний, 24) диня посівна, 25) кавун звичайний, 26) абрикос звичайний, 27) агрус відхилений. До бур'янів: 1) осот польовий, 2) берізка польова, 3) пирій повзучий, 4) сокирки

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

польові, 5) хвощ польовий, 6) щиряця, 7) лобода біла, 8) грицики звичайні, 9) зірочник середній.

2. Серед бур'янів зустрічаються лікарські види: подорожник великий, волошка синя, грицики звичайні, види деревію, кропиви, лопуха.

3. Подальше вивчення агрофітоценозу дозволить збільшити ефективність еколого-економічного управління у вирощуванні сільськогосподарських культур в агроєкосистемах та забезпечення стійкості штучних екосистем.

**Список літератури**

1. Екологічна безпека Вінниччини [Монографія] / За заг. ред. Олександра Мудрака. Вінниця: ВАТ "Міська друкарня". 2008. 456 с.
2. Мельник П.П. Еколого-економічні основи управління природокористуванням в агроєкосистемах: моногр. Київ: ДІА, 2016. 328 с.
3. Наукові основи сталого розвитку агроєкосистем України: [монографія] / За науковою редакцією О.І. Фурдичко. – К.: ТОВ «ДІА», 2012. – 338 с.
4. Agroforestry: Enhancing Resiliency in U.S. Agricultural Landscapes Under Changing Conditions. 229 p.
5. Mareike Jäger (2017) Agroforstsysteme. Hochstamm-, Wildobstund Laubbäume mit Kulturpflanzen kombinieren. 42 p.
6. Дребот О.І., Мельник П.П. Основні критерії екологоекономічного управління в природокористуванні агроєкосистем. Débats scientifiques et orientations prospectives du développement scientifique:avec des matériaux de la VII conférence scientifique et pratique internationale, Paris, 20 septembre 2024. Paris-Vinnytsia: La Fedeltà & UKRLOGOS Group LLC, 2024. С. 59-61 DOI: <https://doi.org/10.36074/logos-20.09.2024.011> URL: <https://archive.logos-science.com/index.php/conferenceproceedings/issue/view/27/27>
7. Дребот О.І., Мельник П.П. Формування еколого-економічного управління в агроєкосистемах. Débats scientifiques et orientations prospectives du développement scientifique: c avec des matériaux de la VI conférence scientifique et pratique internationale, Paris, 1er Mars 2024. Paris-Vinnytsia: La Fedeltà & UKRLOGOS Group LLC, 2024. С. 89-90. DOI 10.36074/logos01.03.2024.021/

**УДК 620. 92: 621.8.036**

**Трегуб М.І.**, доктор технічних наук, професор, [tregyb.m.i@gmail.com](mailto:tregyb.m.i@gmail.com)

**Чуба В.В.**, кандидат технічних наук, доцент, [vvchuba@ukr.net](mailto:vvchuba@ukr.net)

**Демещук В.А.**, асистент, [victordem58@gmail.com](mailto:victordem58@gmail.com)

**Зінченко А.М.**, студент

*Білоцерківський національний аграрний університет*

## **ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН**

Проаналізовано технологічні та енергетичні витрати на вирощування, збирання й переробку рослинних палив та обґрунтовано малоенерговитратні технології їх використання для енергетичних потреб.

Описано технологію вирощування міскантусу в умовах польового масиву навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету площею 12 га протягом 2013–2025 років.

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

Доведено перспективність вирощування міскантусу гігантського в умовах Білоцерківського району за такими показниками як простота технології розмноження, механізація садіння кореневищ модернізованою розсадопосадильною машиною СКН-6, малоенерговитратною технологією переробки і використання у твердопаливних котлах і газогенераторах двигунів внутрішнього згоряння з отриманням електроенергії та утилізацією тепла для опалення і водонагрівання.

Написані рекомендації по підготовці садивного матеріалу міскантусу, що забезпечить ефективні сходи, підвищення життєздатності та розвиток рослин.

Акцентовано увагу на важливості вирішення технічної проблеми ущільнення подрібненої сухої рослинної маси міскантусу безпосередньо перед подачею у твердопаливні котли або газогенератори двигунів внутрішнього згоряння з використанням серійних механічних засобів.

**Ключові слова:** енергетичні рослини, енергоефективна переробка, рослинні палива, паливні пелети, малоенерговитратні технології, енергонезалежність.

**Trehub M.I., doctor of technical sciences, professor**

**Chuba V.V., candidate of technical sciences, associate professor**

**Demeshchuk V.A., assistant lecturer**

**Zinchenko A.M., student**

*Bila Tserkva National Agrarian University*

## **ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES FOR THE CULTIVATION AND UTILIZATION OF ENERGY CROPS**

Technological and energy expenditures associated with the cultivation, harvesting, and processing of plant-based fuels have been analyzed, and low-energy-consumption technologies for their use in energy production have been substantiated.

The technology for cultivating miscanthus on a 12-hectare field area of the Educational and Production Center of Bila Tserkva National Agrarian University during the period 2013–2025 is described.

The prospects for cultivating giant miscanthus under the conditions of the Bila Tserkva district have been demonstrated based on such indicators as the simplicity of propagation technology, mechanized rhizome planting using the modernized SKN-6 transplanter, and low-energy technologies for processing and utilization in solid-fuel boilers and gas generators coupled with internal combustion engines for electricity generation and the recovery of waste heat for space heating and water heating.

Recommendations have been developed for the preparation of miscanthus planting material to ensure effective emergence, improved plant viability, and enhanced growth and development.

Special attention is focused on the importance of solving the technical problem of compacting shredded dry miscanthus biomass immediately before feeding it into solid-fuel boilers or gas generators of internal combustion engines using commercially available mechanical equipment.

**Keywords:** energy crops, energy-efficient processing, plant-based fuels, fuel pellets, low-energy-consumption technologies, energy independence.

Існуючі технології виробництва паливних брикетів і пелетів майже скрізь потребують стаціонарних переробних цехів з великими транспортними та виробничими затратами. Інноваційні технології вирощування, переробки і використання рослинних палив сьогодні найчастіше досліджуються за окремими темами. Так, наприклад, рослинники досліджують перспективні види

енергетичних рослин: кукурудзи [2], енергетичної верби [3], свічаграсу [4], міскантусу [5]. Енергетики розробляють та досліджують малоенерговитратні технології і технічні засоби переробки врожаю енергетичних рослин та виділення з них енергії шляхом спалювання непереробленої рослинної маси [6], паливних пелет [7], генераторного газу або моторних біопалив [8], [9].

Мета дослідження – обґрунтування енергоефективних технологій, технологічних процесів і технічних засобів для виробництва і використання рослинної маси енергетичних культур; удосконалення процесів механізованого вегетативного розмноження міскантусу, яке б дозволило швидко отримувати власний садивний матеріал для створення польового масиву площею 55 га.

#### **Матеріал і методи дослідження.**

Виконано схему та розрахунок енергетичних витрат у графічних моделях розроблених технологічних процесів. Технологія вирощування міскантусу в НВЦ БНАУ на виробничій площі 12 га протягом 2013–2025 років:

1. Скошування надземної частини в розсаднику площею 1,2 га з подрібненням виконували самохідним кормозбиральним комбайном Е-281С.
2. Підкопування садивного матеріалу виконували центральною секцією культиватора плоскоріза КПШ-5 в агрегаті з трактором МТЗ-82.
3. Вибірання та розділення садивного матеріалу на ризоми виконували вручну за допомогою секаторів з наступним пакуванням у мішки.
4. Після збирання сої на площі висаджування вносили по 30 т гною на 1 га агрегатом МТЗ 80 +ПРТ-7.
5. Осінню оранку виконували агрегатом Т-150К+ПЛН-5-35.
6. Весняну передсадильну культивацію виконували агрегатом МТЗ-82+КПС-4.
7. Садіння ризом міскантусу виконували агрегатом МТЗ-80+СКН-6А з модернізованим садильним механізмом.
8. Прикочування виконували агрегатом МТЗ-82+КЗК-6.
9. Післясадильне внесення гербіцидів виконували агрегатом МТЗ- 82+ОН-800.

Застосування гербіцидів було одноразове на весь термін вирощування, викликане високою забур'яненістю площі, з метою кращого виживання розсади міскантусу.

Для встановлення впливу розмірів кореневищ на відростання рослин саджанці висаджували модернізованою 4-рядною розсадосадильною машиною СКН-6А на глибину 12–15 см. Після висаджування проводили коткування кільчасто-зубовими котками КЗК-6.

#### **Результати дослідження.**

Для загального аналізу енергетичних процесів сільськогосподарського виробництва побудовано схему енергетичного балансу та систему зв'язків між енерговитратами.

Збирання висохлої на корені рослинної маси виконували у зимовий період за допомогою кормозбирального комбайна з одночасним подрібненням і безперевалковим транспортуванням на майданчик для складування біля

господарських будівель з опалювальним блоком та встановленим двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ) з електрогенератором (ЕГ) для отримання електроенергії та використання тепла від газогенератора і системи охолодження ДВЗ на потреби опалення і водонагрівання. На кафедрі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки розроблено і виготовлено у 2024 році таку систему з газогенераторним ДВЗ і електрогенератором потужністю 24 кВт. Рідинна система охолодження ДВЗ передає тепло в систему опалення. У 2026 році отримано патент на винахід «Спосіб електротермолізу органічних палив». Розрахунковий енергетичний ККД системи становить близько 87%, що значно вище, ніж за спалювання в твердопаливних котлах. Для фермерських господарств технологія газифікації рослинного палива та використання очищеного газу для живлення ДВЗ і генерування електроенергії та утилізації тепла є найбільш енергоефективною, оскільки є не лише шляхом до енергонезалежності, але й доступною за технічними засобами. Причому загальний енергетичний ККД не поступається сучасним когенераційним установкам, які значно дорожчі та складніші..

**Висновки:** 1. Серед відомих енергетичних культур однією з найбільш перспективних є міскантуси високоурожайних сортів, які сьогодні поширені в різних країнах з подібним до України кліматом.

2. Обґрунтовано технологію використання модернізованої, в Білоцерківському НАУ, розсадосадильної машини СКН-6, переобладнаної для садіння кореневищ міскантусу.

3. Енергоефективна система, розроблена і виготовлена на кафедрі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки з газогенераторним ДВЗ і електрогенератором потужністю 24 кВт придатна для використання ущільненого міскантусу, розрахунковий загальний енергетичний ККД якої становить близько 87%.

#### **Список літератури**

1. Макаренко В. Слонова трава – прорив в сільському господарстві. Київ: Перспектива, 2012. № 1. 32 с.
2. Зинченко В. Энергия мискантус. Лес Пром Информ, 2011. № 6 (80). 61 с. URL: <https://lesprominform.ru/articles.html?id=2409>
3. Ключ С.В. Енергоефективне перетворення біомаси в горючий газ і біовугілля в газогенераторних котлах щільного шару палива: дис... канд. техн. наук: 05.14.08. Київ, 2016. 167 с.
4. Воробей В., Мелех Я., Гудз Н. Аналітичне дослідження використання біомаси енергетичних культур у північних областях України (Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська та Чернігівська області). Львів: PPV Knowledge Networks, 2018. ISSN 2310-9270 Агробіологія, 2'2019 80
5. Денисюк С.П., Коцар О.В., Чернецька Ю.В. Проект: Професіоналізація та стабілізація енергетичного менеджменту в Україні. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. 79 с. URL: <http://io.iee.kpi.ua/projects/professionalization-andstabilization-ukrainian-energy-management>
6. Мельничук М. Д., Дубровін В. О., Кухарець С. М. Альтернативна енергетика. Київ: Аграр Медіа Груп, 2012. 244 с.
7. Бутько М. О. Сучасні технологічні процеси, обладнання та устаткування прямого спалювання біомаси. Київ: КПІ ЮНІДО, 2015, 50 с.

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

8. Колієнко В.А., Шеліманова О.В. Особливості спалювання горючих газів із змінними характеристиками процесу горіння. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Київ: 2015.
9. Дубровін В.О., Мельничук М.Д., Мельник Ю.Ф. Біоенергія в Україні. Створення новітніх об'єктів, виробництво і використання біопалив. Київ: НУБіП України, 2019, 108 с.
10. Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Школьнік Є.П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери: навч. посіб. Київ: КНТ, 2005. 251 с.
11. Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії: колективна монографія / за ред. Горба О.О, Чайки Т.О., Яснолоб І.О. Полтава: Укрпромторгсервіс, 2017. 326 с.
12. Полянський О.С., Дьяконов О.В., Скрипник О.С. Напрями розвитку альтернативних джерел енергії: акцент на твердому біопаливі та гнучких технологіях його виготовлення: монографія. ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. 136 с.
13. Міщенко О.О. Созанська. А.А. Альтернативні джерела енергії та їх використання в аграрній сфері. URL: [http://www.rusnauka.com/9\\_NND\\_2012/Economics/6\\_104174.doc.htm](http://www.rusnauka.com/9_NND_2012/Economics/6_104174.doc.htm)
14. Van der Sluis E. Local Biomass Feedstocks Availability for Fuelling Ethanol Production. Biofuels, Food and Feed Tradeoffs Conference, April, 2007: Proceedings. Missouri, Biofuels, Food and Feed Tradeoffs, 2007, P. 12–13.
15. Dibácz Z. Study on Biomass Trade in Poland: Energy Centre- Energy Efficiency, Environment and Energy Information Agency Non-profit Limited Company, 2010. 43 p. URL: [http://www.central2013.eu/fileadmin/user\\_upload/](http://www.central2013.eu/fileadmin/user_upload/)

**УДК: 574:631/635**

**Худотєплова В.О.**, науковий співробітник

**Безноско І.В.**, д.б.н., с.д.

*Інститут агроєкології і природокористування НААН Київ, Україна*  
[mva.mudrak2002@gmail.com](mailto:mva.mudrak2002@gmail.com)

## **ФІТОПАТОЛОГІЧНА ОЦІНКА *AVENA SATIVA* L. ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ВИРОЩУВАННЯ**

Овес посівний (*Avena sativa* L.) є важливою зерновою культурою, яка широко використовується у продовольчій та кормовій галузях завдяки високій поживній цінності зерна. Одним із основних чинників, що обмежують продуктивність культури, є ураження рослин фітопатогенами. Інтенсифікація агротехнологій та зростання антропогенного навантаження на агроценози сприяють поширенню патогенних мікроорганізмів і погіршенню фітосанітарного стану посівів. Щорічні втрати сільськогосподарської продукції від фітопатогенних захворювань становлять близько 15 %, що зумовлює необхідність проведення фітопатологічного моніторингу. У зв'язку з цим актуальним є дослідження фітосанітарного стану посівів вівса з метою своєчасного виявлення та контролю розвитку збудників хвороб у різних технологіях вирощування.

**Ключові слова:** збудник, зернові культури, фітосанітарний стан посівів, токсини, частота трапляння.

**Beznosko I.V.**, Doctor of Biological Sciences

**Khudoteplova V.O.**, Research Associate

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS, Kyiv, Ukraine*  
[mva.mudrak2002@gmail.com](mailto:mva.mudrak2002@gmail.com)

## PHYTOPATHOLOGICAL ASSESSMENT OF *AVENA SATIVA* L. UNDER DIFFERENT CULTIVATION TECHNOLOGIES

Oat (*Avena sativa* L.) is a valuable cereal crop that plays an important role in the agricultural production of Ukraine due to its high nutritional value and wide application in the food and feed industries. One of the major factors limiting oat productivity is infection by phytopathogens. The intensification of agricultural technologies and increasing anthropogenic pressure on agroecosystems contribute to the spread of pathogenic microorganisms and deterioration of the phytosanitary condition of crops. Annual losses caused by phytopathogenic diseases account for approximately 15% of total agricultural production, highlighting the importance of phytopathological monitoring. Therefore, the study of the phytosanitary condition of oat crops for the timely detection and control of plant pathogens is highly relevant under different cultivation technologies.

**Keywords:** pathogen, cereal crops, phytosanitary condition, toxins, frequency of occurrence.

Овес посівний (*Avena sativa* L.) є цінною зерновою культурою, яка займає важливе місце в аграрному виробництві України. Завдяки високому вмісту білка, вітамінів, амінокислот та розчинної клітковини зерно вівса широко використовується у продовольчій, кормовій та переробній галузях [1].

Висока господарська цінність культури зумовлює необхідність отримання стабільних урожаїв якісного зерна. Проте одним із основних чинників, що обмежують продуктивність вівса, є ураження рослин фітопатогенами [2]. Зростання інтенсивності агротехнологічних заходів, спрямованих на підвищення економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі вівса посівного, призводить до посилення антропогенного впливу на ґрунт. Наслідком цього є порушення структури та функціонування ґрунтового мікробіому, зниження його біорізноманіття і переважання окремих видів мікроорганізмів, значна частина яких може бути патогенною для рослин. Існує щонайменше 50 000 хвороб сільськогосподарських культур [2].

Близько 15% від загального сільськогосподарського виробництва щорічно втрачається від фітопатогенних захворювань, незважаючи на покращені сорти та методи контролю. Патогени швидко розмножуються та мутують. Вони розвивають генетичну стійкість до хімічних пестицидів та мають можливість інфікувати нові стійкі сорти [3].

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває фітосанітарного стану посівів вівса та проведення фітопатологічного моніторингу з метою своєчасного виявлення і контролю розвитку збудників хвороб.

Дослідження проводили на полях Сквирської дослідної станції органічного виробництва за традиційної та органічної технологій вирощування вівса посівного. Визначали частоту трапляння окремих видів мікроорганізмів та оцінювали зміни у видовому складі ґрунтового мікробіому залежно від технології вирощування. Показник частоти трапляння (ЧТ) деяких видів грибів на вегетативних органах рослин розраховували за формулою [4], відповідною:

$$A = \frac{B \times 100\%}{C}$$

- А – частота трапляння видів;  
В – кількість зразків, у яких виявлено цей вид;  
С – загальна кількість виділених видів.

На базі Інституту агроєкології та природокористування НААН у лабораторії біоконтролю агросистем і органічного виробництва було проведено фітопатологічну оцінку вівса посівного за різними технологіями вирощування.

За результатами дослідження приставленими у таблиці 1 виявлено різну частоту трапляння мікроміцетів родів: *Fusarium*, *Alternaria*, *Ascochyta*, *Septoria*, *Mucor*.

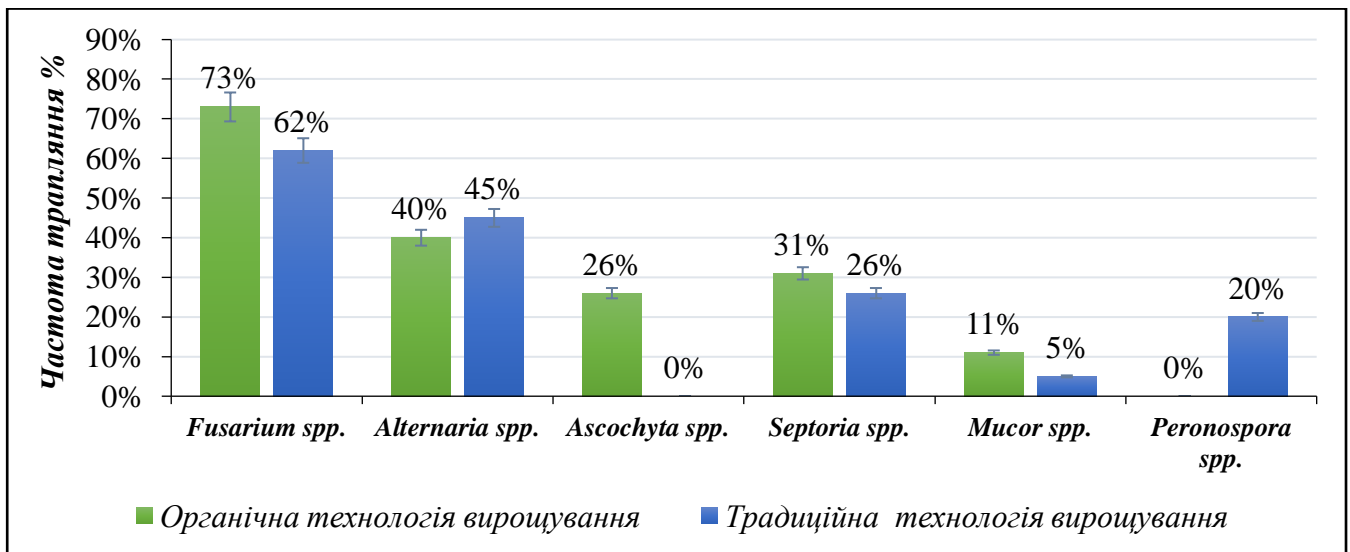


Рис.1. Частота трапляння мікроміцетів на вівсі посівному за різних технологій вирощування.

Найбільш поширеними у різних технологіях вирощування були мікроорганізми *Fusarium spp.*, частота трапляння яких становила 73% за органічної технології та 62% – за традиційної. Значне поширення також мали мікроміцети роду *Alternaria spp.* (40–45%), *Septoria spp.* (26–31%) та *Ascochyta spp.* (26%). Найменшою частотою характеризувалися гриби роду *Peronospora spp.* (20%) і *Mucor spp.* (5–11%).

Встановлено певні особливості формування видового складу мікроміцетів залежно від технології вирощування. Так, за органічної технології не виявлено представників роду *Peronospora spp.*, тоді як у традиційній технології були відсутні мікроміцети роду *Ascochyta spp.* Такі відмінності можуть бути пов'язані зі специфікою агротехнологічних заходів та впливом окремих елементів системи захисту рослин на розвиток патогенної мікобіоти.

Домінування мікроміцетів роду *Fusarium spp.* у різних системах вирощування свідчить про їх значне поширення та здатність активно розвиватися у посівах вівса незалежно від технології вирощування, що вказує на необхідність постійного фітосанітарного контролю посівів.

#### Список літератури

1. Безноска І., Горган Т., Мосійчук І., Буняк О., Терновий Ю. Вплив різних технологій вирощування на чисельність основних еколого-трофічних груп. Вісник

Львівського університету. Серія біологічна. 2022. № 86. С. 58–72.  
<https://dx.doi.org/10.30970/vlubs.2022.86.05>

2. Буняк О.І. Характеристика голозерних сортів вівса (*a. sativa* subsp. *nudisativa*) в умовах Носівської СДС. Селекція і насінництво. 2012. Вип. 102. С. 169-177.
3. Безноско І.В., Горган Т.М., Мосійчук І.І. Вплив різних технологій вирощування зернових на чисельність мікроміцетів у ґрунті. «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур»: матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 29 квітня 2022 р.). с. Центральне, 2022. С. 13.
4. Парфенюк А.І., Безноско І.В., Туровнік Ю.А., Гаврилюк Л.В. Методичні рекомендації «Екологічне оцінювання впливу гібридів соняшника на формування фітопатогенного фону в умовах органічного виробництва». Київ: ТОВ «ДІА», 2020. 20с.

**УДК: 631.147: 631.582: 631.811: 631.445.4**

**Цимбал Я. С.<sup>1</sup>**, кандидат с.-г. наук, старший дослідник

**Савченко С. Д.<sup>2</sup>**, аспірант

*Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»*

*e-mail: <sup>1</sup>[tsimbal.ya@gmail.com](mailto:tsimbal.ya@gmail.com); <sup>2</sup>[Syava86@gmail.com](mailto:Syava86@gmail.com)*

## **ВПЛИВ КУЛЬТУР КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМІНИ ТА СИСТЕМ ОРГАНІЧНОГО УДОБРЕННЯ НА ВМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ І ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Досліджено вплив культур короткоротаційної органічної сівозміни та різних систем удобрення на вміст рухомих форм мікроелементів і важких металів у чорноземі типовому. Встановлено, що комплексна система удобрення забезпечувала більший вміст цинку, марганцю та заліза за найвищого зростання вмісту цинку порівняно з контролем до 16,7–32,7 %, марганцю – 8,6–14,9 %. Концентрації важких металів були значно нижчими за ГДК.

**Ключові слова:** агроценоз, добрива, ґрунт, токсичні речовини.

**Tsymbal Yaroslav, candidate of agricultural sciences, senior researcher**

**Savchenko Serhii, postgraduate student**

*National Scientific Center "Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine"*

## **THE INFLUENCE OF SHORT-ROTATION CROPS AND ORGANIC FERTILIZER SYSTEMS ON THE CONTENT OF TRACE ELEMENTS AND HEAVY METALS IN TYPICAL BLACK SOIL IN THE CONDITIONS OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

The influence of short-rotation organic crop rotation crops and different fertilization systems on the content of mobile forms of trace elements and heavy metals in typical chernozem was studied. It was found that the complex fertilization system provided a higher content of zinc, manganese and iron with the highest increase in zinc content compared to the control to 16.7–32.7%, manganese – 8.6–14.9%. The concentrations of heavy metals were significantly lower than the MPC.

**Key words:** agrocenosis, fertilizers, soil, toxic substances.

Органічне виробництво є важливим напрямом розвитку сучасного аграрного сектору, оскільки забезпечує збереження родючості ґрунтів, раціональне використання природних ресурсів та отримання екологічно безпечної продукції. В умовах зростання антропогенного навантаження і кліматичних змін воно сприяє підвищенню стійкості агроєкосистем та реалізації принципів сталого розвитку [1, 2].

Однією з актуальних екологічних проблем залишається накопичення важких металів у ґрунтах, які здатні мігрувати трофічними ланцюгами, негативно впливаючи на властивості ґрунту, якість продукції та безпечність довкілля [3, 4]. Вміст рухомих форм мікроелементів і важких металів визначається агрохімічними властивостями ґрунту та особливостями технологій вирощування, тому їх моніторинг є важливою складовою екологічного контролю [5, 6]. Водночас мікроелементи відіграють ключову роль у фізіолого-біохімічних процесах рослин і формуванні врожайності.

Тому вивчення вмісту мікроелементів і важких металів у системах сівозмін за різних видів біологічного походження добрив у чорноземних ґрунтах за ведення органічного землеробства є своєчасним і актуальним.

Дослідження проводили впродовж 2023–2025 рр. на Панфільській дослідній станції ННЦ «Інститут землеробства НААН», яка розташована в підзоні нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України, в умовах короткоротаційної трипільної органічної сівозміни: соя – пшениця яра – гречка за чотирьох варіантів удобрення: 1) побічна продукція попередника (контроль); 2) побічна продукція попередника (п. п. п.) + сидерат (гірчиця біла); 3) п. п. п. + біодобриво «Біо-Гель»; 4) п. п. п. + сидерат + біодобриво.

Мета дослідження – встановити вплив різних систем органічного удобрення під культури короткоротаційної органічної сівозміни на вміст мікроелементів і важких металів у чорноземі типовому малогумусному в умовах Лівобережного Лісостепу.

Проведені дослідження засвідчили, що вміст рухомих форм мікроелементів і важких металів у чорноземі типовому залежав як від вирощуваної культури, так і від системи органічного удобрення. Загалом для всіх варіантів досліду характерним було накопичення більшості елементів у шарі ґрунту 0–20 см порівняно з шаром 20–40 см, що зумовлено локалізацією рослинних решток, сидеральної маси та продуктів мікробіологічної трансформації органічної речовини у верхньому горизонті ґрунту.

Встановлено, що застосування сидератів і біодобрив сприяло підвищенню вмісту рухомих форм есенціальних мікроелементів, насамперед цинку, марганцю та заліза. Найбільші концентрації Zn відзначено за комплексного використання побічної продукції попередника, сидерату та біодобрива. У посівах сої його вміст у шарі ґрунту 0–20 см зріс від 0,48 до 0,56 мг/кг, або на 16,7 %, у пшениці ярої – від 0,52 до 0,69 мг/кг (на 32,7 %), а у гречки – від 0,54 до 0,66 мг/кг (на 22,2 %) порівняно з контролем (табл. 1).

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

**Таблиця 1 – Уміст рухомих форм мікроелементів і важких металів у  
чорноземі типовому, мг/кг ґрунту, середнє за 2023–2025 рр.**

Культура	Система удобрення	Шар ґрунту, см	Мідь, Cu	Цинк, Zn	Свинець, Pb	Нікель, Ni	Кадмій, Cd	Марганець, Mn	Залізо, Fe
Со́я	*п. п. п. (контроль)	0–20	0,13	0,48	0,95	0,71	0,11	7,36	1,88
		20–40	0,11	0,39	0,96	0,66	0,12	6,12	1,57
	п. п. п. + сидерат	0–20	0,14	0,51	0,97	0,73	0,11	7,51	1,70
		20–40	0,13	0,43	0,94	0,62	0,11	6,44	1,47
	п. п. п. + біодобри́во	0–20	0,13	0,53	0,94	0,68	0,11	7,70	1,83
		20–40	0,12	0,42	0,85	0,60	0,11	6,72	1,53
	п. п. п. + сидерат + біодобри́во	0–20	0,14	0,56	0,95	0,69	0,12	8,15	2,09
		20–40	0,12	0,45	0,89	0,60	0,12	6,63	1,82
$\bar{X} \pm S \bar{x}$			<b>0,13 ± 0,004</b>	<b>0,47 ± 0,021</b>	<b>0,93 ± 0,014</b>	<b>0,66 ± 0,018</b>	<b>0,12 ± 0,001</b>	<b>7,08 ± 0,25</b>	<b>1,74 ± 0,074</b>
<b>V, %</b>			<b>8,1</b>	<b>12,3</b>	<b>4,2</b>	<b>7,5</b>	<b>3,1</b>	<b>9,9</b>	<b>12,0</b>
<b>S</b>			<b>0,01</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,00</b>	<b>0,70</b>	<b>0,21</b>
Пшени́ця яра	п. п. п. (контроль)	0–20	0,14	0,52	0,98	0,82	0,13	10,59	2,04
		20–40	0,12	0,47	0,90	0,59	0,12	9,29	1,71
	п. п. п. + сидерат	0–20	0,15	0,61	1,04	0,68	0,13	10,71	1,99
		20–40	0,13	0,46	0,90	0,62	0,12	8,58	1,56
	п. п. п. + біодобри́во	0–20	0,14	0,64	0,99	0,70	0,12	10,78	2,02
		20–40	0,12	0,49	0,88	0,62	0,11	8,77	1,68
	п. п. п. + сидерат + біодобри́во	0–20	0,15	0,69	1,00	0,68	0,12	11,50	2,06
		20–40	0,13	0,53	0,84	0,62	0,11	9,42	1,75
$\bar{X} \pm S \bar{x}$			<b>0,13 ± 0,003</b>	<b>0,55 ± 0,030</b>	<b>0,94 ± 0,025</b>	<b>0,67 ± 0,026</b>	<b>0,12 ± 0,003</b>	<b>9,96 ± 0,379</b>	<b>1,85 ± 0,070</b>
<b>V, %</b>			<b>7,0</b>	<b>15,4</b>	<b>7,5</b>	<b>11,1</b>	<b>6,7</b>	<b>10,8</b>	<b>10,7</b>
<b>S</b>			<b>0,01</b>	<b>0,09</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,01</b>	<b>1,07</b>	<b>0,20</b>
Гречка	п. п. п. (контроль)	0–20	0,14	0,54	0,90	0,70	0,12	9,11	1,91
		20–40	0,12	0,47	0,83	0,58	0,12	7,50	1,32
	п. п. п. + сидерат	0–20	0,14	0,62	0,95	0,64	0,12	9,03	2,02
		20–40	0,12	0,48	0,84	0,62	0,11	7,63	1,31
	п. п. п. + біодобри́во	0–20	0,14	0,61	0,94	0,67	0,12	9,58	1,97
		20–40	0,12	0,48	0,77	0,60	0,11	8,17	1,33
	п. п. п. + сидерат + біодобри́во	0–20	0,14	0,66	0,89	0,61	0,13	10,47	2,05
		20–40	0,12	0,50	0,80	0,55	0,12	9,24	1,46
$\bar{X} \pm S \bar{x}$			<b>0,13 ± 0,003</b>	<b>0,54 ± 0,027</b>	<b>0,87 ± 0,023</b>	<b>0,62 ± 0,017</b>	<b>0,12 ± 0,002</b>	<b>8,84 ± 0,358</b>	<b>1,67 ± 0,121</b>
<b>V, %</b>			<b>6,6</b>	<b>13,8</b>	<b>7,5</b>	<b>7,7</b>	<b>4,0</b>	<b>11,5</b>	<b>20,5</b>
<b>S</b>			<b>0,01</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>	<b>0,00</b>	<b>1,01</b>	<b>0,34</b>
<b>ГДК</b>			<b>3</b>	<b>23</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>0,7</b>	<b>140</b>	<b>-</b>

*П. п. п.\* – побічна продукція попередника, сидерат – гірчиця біла, біодобри́во – «Біо-Гель»*

Аналогічна тенденція простежувалася і щодо марганцю, вміст якого за комплексної системи удобрення збільшувався відповідно на 10,7; 8,6 та 14,9 % порівняно з контролем, що свідчить про активізацію процесів мінералізації

органічної речовини та мобілізації мікроелементів під впливом біологізації землеробства. З-поміж досліджуваних культур найбільшим вмістом рухомих форм марганцю характеризувався ґрунт під пшеницею ярою, де його концентрація у верхньому шарі становила 10,59–11,50 мг/кг, що перевищувало аналогічні показники під соєю на 29–41 %, а під гречкою – на 10–16 %. Вміст заліза також був дещо вищим за вирощування пшениці ярої (1,99–2,06 мг/кг) порівняно із соєю та гречкою. Це може бути пов'язано з особливостями корневих виділень культури та інтенсивністю біогеохімічних процесів у ризосфері.

Вміст міді у ґрунті змінювався незначно і перебував у межах 0,11–0,15 мг/кг незалежно від культури та системи удобрення, що свідчить про відносну стабільність її рухомих форм.

Особливо важливим є те, що вміст важких металів у всіх варіантах досліду залишався значно нижчим за встановлені гранично допустимі концентрації. Так, концентрація свинцю становила лише 0,77–1,04 мг/кг за ГДК 6 мг/кг, нікелю – 0,55–0,82 мг/кг за ГДК 4 мг/кг, кадмію – 0,11–0,13 мг/кг за ГДК 0,7 мг/кг. Навіть максимальні значення досліджуваних елементів не перевищували 17 % від допустимого рівня для свинцю, 21 % – для нікелю та 19 % – для кадмію. Це свідчить про екологічну безпечність досліджуваних систем удобрення та відсутність загрози техногенного забруднення ґрунту важкими металами.

Отже, комплексна система удобрення забезпечувала найбільш сприятливі умови для накопичення рухомих форм мікроелементів у верхньому шарі чорнозему типового без підвищення вмісту токсичних важких металів. Отримані результати підтверджують доцільність застосування біологізованих систем удобрення як ефективного засобу підвищення мікроелементного стану ґрунту та підтримання його екологічної безпеки.

### Список літератури

1. Reganold J. P., Wachter J. M. *Organic agriculture in the twenty-first century*. Nature Plants. 2016. Vol. 2. Article 15221. DOI: <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221>
2. FAO. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at Breaking Point*. Rome : FAO, 2021. 340 p. URL: <https://www.fao.org/3/cb7654en/cb7654en.pdf>
3. Малишева Л. Л. *Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану території*. Київ: Київський університет, 1998. 131 с.
4. Малишева Л. Л. *Геохімія ландшафтів*. Київ: Либідь, 2000. 470 с.
5. Макаренко Н. А. Контроль за вмістом важких металів у ґрунті. *Вісник аграрної науки*, 2001. № 4. С. 55–57.
6. *Методика суцільного ґрунтового-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України* / За ред. О. О. Созінова, Б. С. Прістера. Київ, 1994. 35 с.

УДК: 631.153.7:635.126(477.4)(292.485)

Цицюра Я.Г., к.с.-г.н., доцент  
Томчук О.М., аспірант  
Вінницький національний аграрний університет  
[yaroslavtsytsyura@ukr.net](mailto:yaroslavtsytsyura@ukr.net)

## ВПЛИВ ВАРІАНТІВ УДОБРЕННЯ ГІБРИДІВ РІПАКУ ОЗИМОГО НА ФОРМУВАННЯ ЯКІСНИХ КРИТЕРІЇВ ПОТЕНЦІАЛУ БІОПАЛИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ

При порівнянні варіантів з рістрегуляцією і двома позакореневими підживленнями на фоні поліпшеного блоку основного удобрення до контрольного варіанту у гібридів ріпаку відмічено: зростання частки насичених жирних кислот на 0,37%, мононенасичених жирних кислот на 2,0%, зниження частки поліненасичених жирних кислот на 2,4% за зростання коефіцієнтів: десатурації лінолевої кислоти на 9,3%, співвідношення поліненасичених та мононенасичених жирних кислот на 12,7%, загальної десатурації на 9,6%.

**Ключові слова:** біопаливо, жирнокислотний склад олії, біопаливні технологічні параметри олії, система удобрення.

Tsytsiura Ya.H., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Tomchuk O.M., Postgraduate Student  
Vinnytsia National Agrarian University  
[yaroslavtsytsyura@ukr.net](mailto:yaroslavtsytsyura@ukr.net)

## INFLUENCE OF FERTILIZATION OPTIONS FOR WINTER RAPE HYBRIDS ON THE FORMATION OF QUALITATIVE CRITERIA OF THE BIOFUEL POTENTIAL OF RAPESEED OIL

When comparing variants with growth regulation and two foliar fertilizations against the background of an improved basic fertilization system with the control variant in rapeseed hybrids, the following changes were observed: an increase in the proportion of saturated fatty acids by 0.37%, monounsaturated fatty acids by 2.0%, and a decrease in the proportion of polyunsaturated fatty acids by 2.4%, accompanied by an increase in the coefficients of linoleic acid desaturation by 9.3%, the ratio of polyunsaturated to monounsaturated fatty acids by 12.7%, and total desaturation by 9.6%.

**Keywords:** biofuel, fatty acid composition of oil, biofuel technological parameters of oil, fertilization system.

**Вступ.** В умовах сучасного розвитку відновлюваної енергетики ріпак посідає провідне місце серед культур, що використовуються для виробництва біопалива, особливо в європейських країнах [1]. Його значення для біоенергетичної галузі зумовлене високою олійністю насіння, яка може досягати 40–50%, а також сприятливим складом жирних кислот [2]. Ріпакова олія містить значну частку мононенасичених жирних кислот, насамперед олеїнової, що забезпечує високі технологічні показники біодизеля: підвищене цетанове число, належну текучість та стійкість до окиснення [3].

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

Водночас встановлено, що система удобрення істотно впливає на якість ріпакової олії як у контексті її харчового чи технічного використання, так і з позиції подальшого застосування у виробництві біопалива [1, 2]. У зв'язку з цим формування ефективних систем живлення для інтенсивних гібридів ріпаку озимого, орієнтованих на біоенергетичне використання, потребує додаткових досліджень, особливо в умовах України, де питання енергетичної безпеки набувають особливої актуальності.

**Метою дослідження** було визначення ефективності оптимізованої системи удобрення ріпаку озимого, що включала дробне основне внесення добрив, поєднання регуляторів росту та позакоренових підживлень на формування якісних характеристик олії за критеріями придатності для біодизеля.

**Методика досліджень.** Експериментальні дослідження проводили в межах багатofакторного польового дослід (табл. 1).

**Таблиця 1 – Схема дослід з вивчення впливу комбінованої системи удобрення ріпаку озимого на реалізацію показників біоенергетичного потенціалу якості насіння**

Гібрид (чинник А)	Основний блок удобрення (чинник В)	Застосування фунгіцидів і регуляторів (чинник С)	Позакореневе підживлення мікроелементами (чинник D)
Абсолют (A <sub>1</sub> ) Домінатор (A <sub>2</sub> )	Базовий (B <sub>1</sub> ): Ліамофоска (N <sub>120</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> піл оранку + N <sub>10</sub> P <sub>7,5</sub> K <sub>26</sub> при посіві) + ВВСН 20: карбамід (N <sub>75,0</sub> весною по мерзлоталому ґрунту) Норма внесення для варіанту – N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Без істрегуляції (обробка водою) (C <sub>1</sub> )	Без підживлень (контроль, обробка водою) (D <sub>1</sub> ) ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>2</sub> )
	Поліпшений (B <sub>2</sub> ): Ліамофоска + 1S (N <sub>110</sub> P <sub>37,5</sub> K <sub>37,5</sub> S <sub>15</sub> піл оранку) + Росаферт 15-15 (N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> S <sub>22,5</sub> при посіві) + ВВСН 20: КАС-32 (N <sub>60,5</sub> ) + Тіосульфат амонію (N <sub>7,5</sub> S <sub>6,0</sub> ) (весною по мерзлоталому ґрунту) Норма внесення для варіанту – N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub>	**ВВСН 14–16 + ВВСН 35–39: Камамба Тврбо (0.65 л/га) + Букат (0.35 л/га) (C <sub>2</sub> )	ВВСН 51–53: Розасоль 18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> )  Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )

Площа облікової ділянки становила 50 м<sup>2</sup>, загальна – 60 м<sup>2</sup>. Сівбу виконували у третій декаді серпня із нормою висіву 500 тис. схожих насінин на гектар при ширині міжрядь 35 см.

Визначення показників якості насіння та олії гібридів ріпаку озимого здійснювали у сертифікованій лабораторії ПрАТ «Вінницький ОЖК» відповідно

до вимог ДСТУ 4966:2008. Для проведення аналізів використовували інфрачервоний аналізатор AgriCheck виробництва Bruins Instruments. Жирнокислотний склад визначали методом газорідинної хроматографії згідно з ДСТУ EN ISO 12966-4:2019 із застосуванням хроматографа Хроматек-Кристал 5000. Оцінку придатності ріпакової олії для біопаливного використання проводили за системою спеціальних коефіцієнтів [4], серед яких: коефіцієнт подовження (ER), коефіцієнт десатурації (DR), коефіцієнт десатурації олеїнової кислоти (ODR), коефіцієнт десатурації лінолевої кислоти (LDR), співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот (S/U), а також співвідношення поліненасичених та мононенасичених жирних кислот (PU/MU). Для прогнозування характеристик біодизеля, отриманого з олії насіння різних варіантів досліду, відповідно до вимог ДСТУ EN 14214:2019 [5], застосовували програмний комплекс Rapeseed\_Biodiesel\_Full\_FA\_Profile.

**Результати досліджень.** Через подібний характер змін основних показників у статті наведено результати переважно для гібриду Домінатор. Порівняння варіантів із використанням регуляторів росту та дворазових позакореневих підживлень на фоні вдосконаленої системи удобрення показало підвищення вмісту насичених жирних кислот на 0,37% і збільшення частки мононенасичених жирних кислот на 2,0%. Одночасно зафіксовано зменшення частки поліненасичених жирних кислот на 2,4% (табл. 2).

**Таблиця 2 – Показники біоенергетичної якості жирнокислотного складу олії з насіння гібриду ріпаку озимого Домінатор залежно від варіантів досліду поставлених на вивчення (2023–2025 рр.), %**

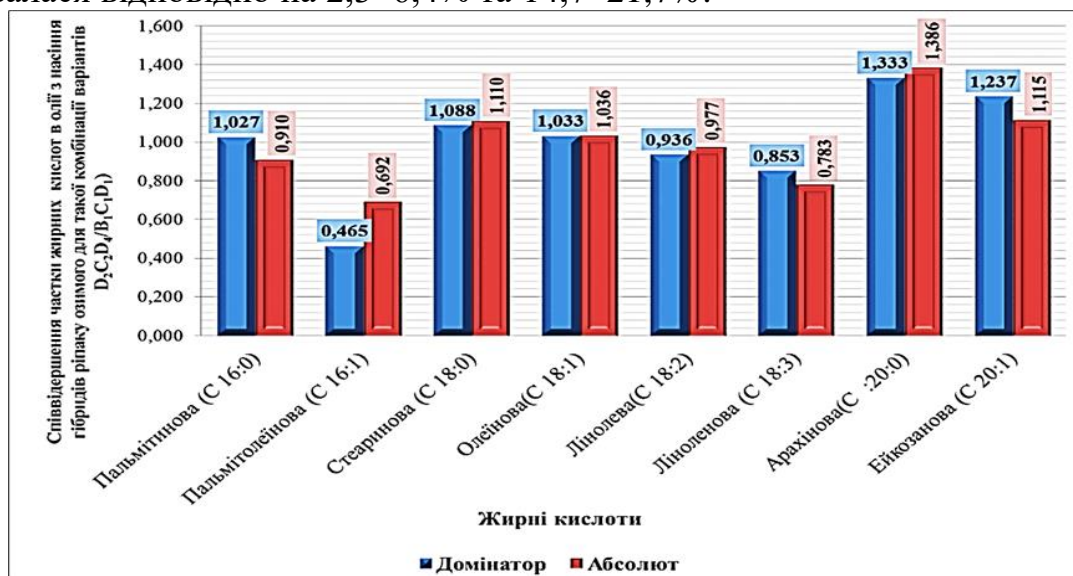
Основний юлок удобрення (чинник В)	Регулятор росту (чинник С)	Підживлення (чинник D)	Частка насичених жирних кислот, %	Частка мононенасичених жирних кислот, %	Частка поліненасичених жирних кислот, %	Коефіцієнти якості					
						коефіцієнт подовження (ER)	коефіцієнт десатурації (DR)	коефіцієнт десатурації олеїнової кислоти (ODR)	коефіцієнт десатурації лінолевої кислоти (LDR)	коефіцієнт співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот (S/U)	коефіцієнт співвідношення поліненасичених та мононенасичених жирних кислот (PU/MU)
Базовий (В <sub>1</sub> )	*С <sub>1</sub>	*D <sub>1</sub>	7,00	65,35	27,65	0,006	0,299	0,301	0,296	0,075	0,423
		D <sub>2</sub>	7,02	65,44	27,54	0,007	0,297	0,299	0,293	0,076	0,421
		D <sub>3</sub>	7,07	65,59	27,34	0,007	0,295	0,297	0,294	0,076	0,417
		D <sub>4</sub>	7,09	65,74	27,17	0,007	0,293	0,295	0,294	0,076	0,413
	С <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	7,01	65,34	27,65	0,006	0,299	0,300	0,294	0,075	0,423
		D <sub>2</sub>	7,02	65,53	27,45	0,007	0,296	0,298	0,295	0,076	0,419
		D <sub>3</sub>	7,01	65,52	27,47	0,007	0,296	0,298	0,295	0,075	0,419
		D <sub>4</sub>	7,03	65,59	27,38	0,007	0,295	0,297	0,293	0,076	0,417
Поліпшений (В <sub>2</sub> )	С <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	7,23	66,47	26,3	0,008	0,285	0,287	0,273	0,078	0,396
		D <sub>2</sub>	7,27	66,66	26,07	0,008	0,282	0,285	0,273	0,078	0,391
		D <sub>3</sub>	7,27	66,72	26,01	0,008	0,281	0,283	0,272	0,078	0,390
		D <sub>4</sub>	7,31	66,76	25,93	0,008	0,280	0,283	0,269	0,079	0,388

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

C <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	7,16	66,99	25,85	0,008	0,279	0,282	0,276	0,077	0,386
	D <sub>2</sub>	7,27	67,09	25,64	0,008	0,277	0,280	0,277	0,078	0,382
	D <sub>3</sub>	7,25	67,26	25,49	0,008	0,275	0,277	0,276	0,078	0,379
	D <sub>4</sub>	7,37	67,37	25,26	0,008	0,273	0,275	0,277	0,080	0,375

Такі зміни супроводжувалися зниженням коефіцієнта десатурації лінолевої кислоти, співвідношення поліненасичених до мононенасичених жирних кислот та загального коефіцієнта десатурації. Отримані результати свідчать про трансформацію жирнокислотного профілю у напрямку формування більш стабільної біохімічної структури олії, що позитивно впливає на її технологічні властивості та придатність до виробництва біодизеля.

Найсуттєвіші відмінності встановлено між крайніми варіантами дослідів. Поєднання підвищеного рівня основного удобрення, регуляторів росту та дворазового внесення мікродобрив порівняно з мінімальним варіантом (B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>D<sub>1</sub>) сприяло зміні жирнокислотного профілю, представлений на рис. 1. За найбільш інтенсивної технології вирощування у двох досліджуваних гібридів вміст олеїнової кислоти (C<sub>18:1</sub>) зростав у середньому на 3,30–3,65% залежно від генотипу. Водночас частка лінолевої (C<sub>18:2</sub>) та ліноленової (C<sub>18:3</sub>) кислот зменшувалася відповідно на 2,3–6,4% та 14,7–21,7%.



**Рис. 1. Коефіцієнти співвідношення вмісту жирних кислот в олії з насіння гібридів ріпаку озимого при порівнянні варіантів дослідів у комбінації факторів B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>D<sub>4</sub> до B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>D<sub>1</sub>.**

**Висновок.** Узагальнюючи результати досліджень, встановлено істотний вплив агротехнологічних факторів на формування жирнокислотного складу ріпакової олії. Використання оптимізованої системи удобрення у поєднанні з регуляторами росту та позакореновими підживленнями забезпечувало збільшення частки насичених і мононенасичених жирних кислот при одночасному зниженні вмісту поліненасичених кислот. Також спостерігалось зменшення коефіцієнтів десатурації та співвідношення поліненасичених до мононенасичених жирних кислот, що свідчить про покращення біопаливних характеристик отриманої олії.

### Список літератури

1. Pinzi S., Leiva D., Arzamendi G., Gandía L. M., Dorado M. P. Influence of nitrogen fertilization on biodiesel properties of rapeseed oil. *Fuel*. 2013. Vol. 104. P. 607–613. DOI: 10.1016/j.fuel.2012.06.072
2. Spasibionek S., Borowski G., Tobała P. The influence of nitrogen and sulfur fertilization on oil quality of winter oilseed rape (*Brassica napus L.*). *Agriculture*. 2024. Vol. 14, №. 8. Article 1232. DOI: 10.3390/agriculture14081232
3. Mohammadi M., Amiri H., Bahrami H. Impact of nitrogen and sulfur applications on oil content and fatty acid composition of canola. *ACS Agricultural Science & Technology*. 2023. Vol. 3. P. 456–465. DOI: 10.1021/acsagscitech.3c00188
4. Tsytsiura Y. Evaluation of oilseed radish (*Raphanus sativus L. var. oleiformis Pers.*) oil as a potential component of biofuels. *Engenharia Agrícola*. 2023. Vol. 43. Special issue. e20220137. DOI: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v43nepe20220137/2023
5. ДСТУ EN 14214:2019. Автомобільне паливо. Метиллові ефіри жирних кислот (FAME) для дизельних двигунів. Вимоги та методи випробування (EN 14214:2012 + A2:2019, IDT). З наданням чинності від 2019–09–01. 2019. 27 с.

**УДК 633.34:631.147:631.86:551.58**

**Чайка Т. О.**, канд. екон. наук

**Лотиш І. І.**, канд. с.-г. наук

*ВСП «Аграрно-економічний фаховий коледж ПДАУ»*

[chayka\\_ta@ukr.net](mailto:chayka_ta@ukr.net)

## **ЕКОНОМІКО-АГРОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОПРЕПАРАТІВ В ОРГАНІЧНОМУ ВИРОЩУВАННІ СОЇ ЗА ГІДРОТЕРМІЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ**

Представлено результати польових досліджень (2022–2024 рр.) щодо ефективності застосування біопрепаратів в органічній технології вирощування сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. Встановлено, що використання комбінованих біологічних систем сприяло підвищенню економічної ефективності виробництва та зменшенню чутливості до кліматичних і ринкових ризиків.

**Ключові слова:** органічне землеробство, мікориза, азотфіксуючі бактерії, врожайність, рентабельність.

**Chaika T.,** candidate of economic sciences

**Lotysh I.,** candidate of agricultural sciences,

*SSU “Agrarian-Economic Professional College of PSAU”*

## **AGRONOMIC AND ECONOMIC PERFORMANCE OF BIOPREPARATIONS IN ORGANIC SOYBEAN PRODUCTION UNDER VARIABLE HYDROTHERMAL CONDITIONS**

The study presents field trial results obtained during 2022–2024 on the efficiency of biopreparation application in organic soybean production in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Integrated biological systems improved economic returns and reduced production sensitivity to climatic and market risks.

**Key words:** organic farming, mycorrhiza, nitrogen-fixing bacteria, yield, profitability,.

Підвищення кліматичної нестабільності та зростаючий попит на органічну продукцію актуалізують потребу в розробці технологічних рішень, що одночасно забезпечують агрономічну ефективність і економічну доцільність. В умовах органічного виробництва сої (*Glycine max* L.), де застосування синтетичних засобів захисту і добрив виключене, біологічні препарати залишаються практично єдиним інструментом підвищення продуктивності та стресостійкості культури [1]. Мікробні біостимулятори на основі арбускулярних мікоризних грибів (АМГ), ризобій і фітогормонів розглядаються як перспективний інструмент підвищення продуктивності та стресостійкості сої [2-4], однак обґрунтованість їхнього застосування потребує не лише агрономічної, але й комплексної економічної оцінки з урахуванням ринкових ризиків і кліматичної варіативності.

Польові дослідження проводили у 2022–2024 рр. в умовах Лівобережного Лісостепу України (Кременчуцький р-н Полтавської обл.) на ранньостиглому сорті сої Хорол на чорноземі залишково-солонцюватому [5]. Схема досліду включала вісім варіантів: контроль, Profix (*Bradyrhizobium japonicum*), Віолар (фітогормональний препарат), Мікофренд (комплекс мікоризних грибів і ризосферних бактерій) та їх двох- і трикомпонентні комбінації. Гідротермічні умови варіювали від сприятливих (2023) до стресових (2024, посуха, ГТК < 0,7). Дослід закладали методом рандомізованих блоків у чотирикратній повторності, збирання – вручну, перерахунок на вологість 14 %.

Агрономічну ефективність оцінювали за врожайністю, кількістю насінин з рослини, масою 1000 насінин, вмістом білка й олії (метод NIR), фізіолого-біохімічними показниками у фазу ВВСН 61 (відносний вміст води – ВВВ, продихова провідність – ПП, абсцизова кислота – АБК, малоновий діальдегід – МДА). Статистичну обробку проводили за допомогою ANOVA, тесту Тьюкі HSD ( $P < 0,05$ ), кореляційного аналізу Пірсона і РСА.

Економічну ефективність визначали через розрахунок собівартості, валового доходу (ціна 30 тис. грн/т), рентабельності, ROI, цінової еластичності рентабельності ( $E = \Delta R/R : \Delta P/P$ ) та коефіцієнта варіації врожайності (CV). Проводили багатосценарний аналіз чутливості рентабельності за п'ятьма рівнями ціни (23–32 тис. грн/т) і трьома рівнями витрат (4, 5 і 6 боронувань) [6].

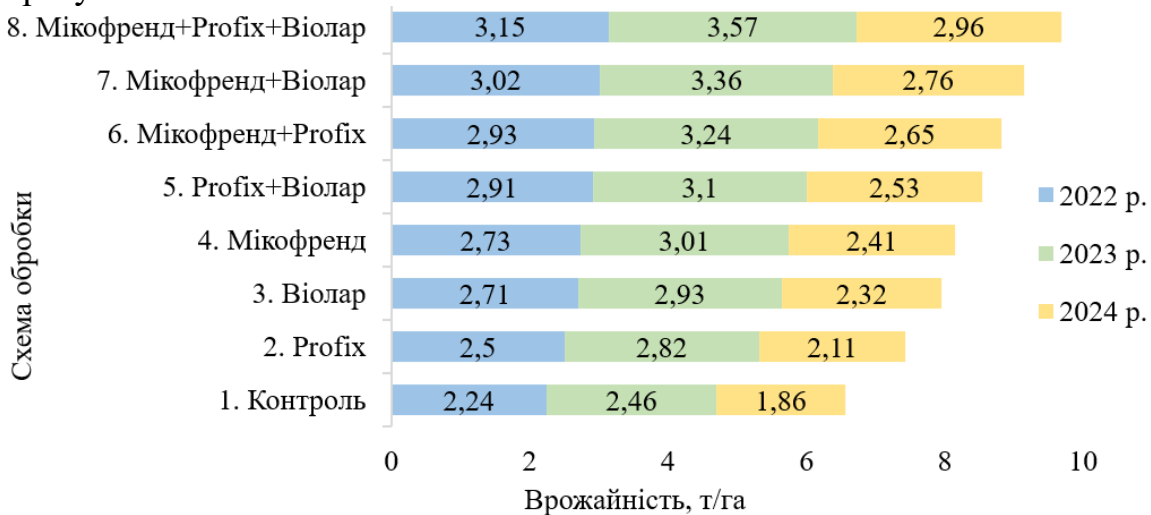
*Агрономічна ефективність.* Трикомпонентна схема Мікофренд + Profix + Віолар (схема 8) забезпечила найвищу врожайність у всі роки – 3,15; 3,57 та 2,96 т/га відповідно, що на 40,6–59,1 % перевищувало контроль (2,24; 2,46; 1,86 т/га). Відносна перевага комбінованих схем була максимальною саме у стресовому 2024 р. (рис. 1), що підтверджує посилення синергетичного ефекту консорціуму за умов гідротермічного дефіциту. Приріст урожайності реалізовувався переважно через збільшення кількості насінин з рослини (до 103–130 шт. проти 55–69 шт. на контролі), тоді як маса 1000 насінин змінювалася у меншому діапазоні (176–181 г проти 168–171 г).

Комплексна інокуляція підвищувала вміст білка в насінні до 40,66–43,85 % (на 5,0–5,7 в.п. відносно контролю) та олійність до 18,8–19,3 % (+1,0–1,2 в.п.). На відміну від моноінокуляції ризобіями, яка супроводжувалася зниженням

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

олійності через перерозподіл асимілятів на користь білкового синтезу, комбіновані варіанти частково нівелювали цю антагоністичну динаміку.

За умов гідротермічного дефіциту 2024 р. схема 8 підтримувала ВВВ на рівні 91,9 % (проти 69,7 % у контролі, +22,2 в.п.), знижувала накопичення МДА на 47,7 % і рівень АБК до 5,6 нмоль/г, зберігаючи вищу ПП (0,39 моль/м<sup>2</sup>·с). Кореляційний аналіз виявив тісний позитивний зв'язок між ВВВ і врожайністю ( $r = 0,92$ ;  $P < 0,001$ ) та дуже тісну негативну кореляцію між АБК і ПП ( $r = -0,98$ ;  $P < 0,001$ ), що підтверджує ключову роль АБК-залежної регуляції транспірації за стресу.



**Рис. 1. Урожайність сої за різних схем біологічної обробки, 2022–2024**

*Економічна ефективність.* Рентабельність усіх варіантів із біопрепаратами значно перевищила контроль (237,5 %). Схема 8 забезпечила найвищу рентабельність 369,0 % за базової ціни 30 тис. грн/т завдяки оптимальному співвідношенню витрат і приросту врожайності (табл. 1). Схема 4 (Мікофренд) виявилася найбільш ефективною за критерієм граничних інвестицій: ROI = 0,492 %/грн додаткових витрат, що майже вчетверо перевищує показник трикомпонентної схеми (0,110 %/грн), що позиціонує її як оптимальне рішення для ресурсообмежених господарств.

**Таблиця 1 – Економічна ефективність схем біологічної обробки у виробництві органічної сої**

Схема обробки	Витрати, грн/га	Урожайність, т/га	Дохід, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
1. Control	19464	2,19	65700	46236	237,5
2. Profix	19827	2,47	74100	54273	273,7
3. Violar	20085	2,63	78900	58815	292,8
4. Mycofriend	19623	2,72	81600	61977	315,8
5. Profix + Violar	20433	2,83	84900	64467	315,5
6. Mycofriend + Profix	20054	2,94	88200	68146	339,8
7. Mycofriend + Violar	20297	3,05	91500	71203	350,8
8. Mycofriend + Profix + Violar	20660	3,23	96900	76240	369,0

Аналіз цінової еластичності рентабельності виявив закономірне зниження чутливості до ринкових коливань зі зростанням кількості компонентів системи:

від  $E = 1,63$  на контролі до  $E = 1,39$  для схеми 8. Збільшення кількості боронувань з чотирьох до шести підвищувало еластичність контролю до 1,84, тоді як для схеми 8 вона зростала лише до 1,48. Це свідчить, що інвестиції у комплексні біологічні системи одночасно підвищують абсолютну прибутковість і знижують чутливість до зростання операційних витрат.

Аналіз стабільності врожайності підтвердив обернену залежність між рівнем урожайності та її варіабельністю ( $r = -0,73$ ;  $P < 0,05$ ). Найвищу стабільність демонструють схеми 8 ( $CV = 9,7\%$ ) і 7 ( $CV = 9,9\%$ ), тоді як контроль характеризується  $CV = 13,9\%$ . Багатосценарний аналіз показав, що всі варіанти із біопрепаратами залишаються рентабельними в усьому діапазоні цін 23–32 тис. грн/т навіть за максимальних виробничих витрат, тоді як контрольна схема наближається до порогу економічної доцільності за ціни 23 тис. грн/т і шести боронуваннях (рентабельність 118,4 %).

Аналіз співвідношення прибутковості та ризику підтвердив перевагу комбінованих схем біологічної обробки: «Високий дохід – Високий ризик» (схема 8, рентабельність 331,5 %,  $\sigma = 47,2$  п.п.); «Збалансований підхід» (схеми 6–7); «Консервативний підхід» (схеми 4–5); «Мінімальний ризик» (схеми 2–3). Розроблений трирівневий алгоритм прийняття рішень враховує бюджетні обмеження виробника, профіль ризик-толерантності та цінові сценарії, що дозволяє диференційовано рекомендувати технологічні стратегії для господарств різного масштабу.

Таким чином, комплексне застосування біопрепаратів Мікофренд+Profix+Віолар в органічній технології вирощування сої забезпечує максимальну врожайність (3,15–3,57 т/га), рентабельність до 369 % та найвищу стабільність результатів за будь-яких гідротермічних умов. Переваги комбінованих схем максимально проявляються у стресові роки, підтверджуючи їхній потенціал як інструменту адаптації до кліматичних змін. Зниження цінової еластичності рентабельності при переході від моно- до полікомпонентних схем (від 1,63 до 1,39) свідчить, що біотехнологічні інвестиції виступають «буфером» проти ринкової волатильності. Для малих господарств з обмеженим бюджетом оптимальною є схема 4 (Мікофренд) з найвищим ROI (0,492 %/грн), для капіталізованих агропривибників – схема 8 як технологія з максимальним стабільним доходом.

#### Список літератури

1. Chaika T., Lotysh I. The effect of biopreparations on the adaptive properties of soybean in organic farming under hydrothermal stress. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2025. Vol. 29 (2). P. 34–49. DOI: 10.56407/bs.agrarian/2.2025.34
2. Plant growth-promoting rhizobacteria eliminate the effect of drought stress in plants: a review / H.M. Ahmad et al. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. 875774. DOI: 10.3389/fpls.2022.875774
3. Research progress in soybean by phytohormone modulation and metal chelation over the past decade / S. Shaffique et al. *Agriculture*. 2023. Vol. 13, No. 7. 1325. DOI: 10.3390/agriculture13071325
4. Igiehon N.O., Babalola O.O., Cheseto X., Torto B. Effects of rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, size distribution and fatty acid of soybean seeds grown under drought stress. *Microbiological Research*. 2021. Vol. 242. 126640. DOI: 10.1016/j.micres.2020.126640

5. Чайка Т. О., Короткова І. В., Ляшенко В. В., Лотиш І. І. Вплив біопрепаратів на врожайність та якісні показники насіння сої за гідротермічного стресу в умовах органічного землеробства. *Агробіологія*. 2026. № 1. С. 198-209. DOI: 10.33245/2310-9270-2026-203-1-198-209

6. Chaika T., Korotkova I. Economic assessment and innovation management of microbial-hormonal treatments in organic soybean under climate variability. *Rural Sustainability Research*. 2025. Vol. 54. P. 60–78. DOI: 10.2478/plua-2025-0018.

УДК 602.7:582.632.1(477)

**Шита О.П.**, доктор PhD

**Мацкевич В.В.**, д. с.-г. наук, доцент

*Білоцерківський національний аграрний університет*

*oksanashita@ukr.net*

## СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ ФУНДУКА (*Corylus avellana* L.) В УКРАЇНІ

Фундук є перспективною культурою для адаптації садівництва до кліматичних змін. Найефективнішим способом його масового розмноження є мікроклональне розмноження з використанням середовища NRM, біоциду PRM, БАП для мультиплікації та ІМК для ризогенезу. Перспективною є технологія фотоавтрофного мікроклонування.

**Ключові слова:** фундук, мікроклональне розмноження, фітогормони, детермінанти, ризогенез, зміна клімату, живильні середовища.

**Shyta Oksana**, PhD in agronomy

**Matskevych Viacheslav**, DSc in Agricultural Sciences, Associate Professor

*Bila Tserkva National Agrarian University*

## CURRENT STATE AND PROSPECTS OF MICROCLONAL PROPAGATION OF HAZELNUT (*Corylus avellana* L.) IN UKRAINE

Hazelnut is a promising crop for adapting horticulture to climate change. The most effective way of its mass propagation is microclonal propagation using NRM medium, PRM biocide, BAP for multiplication and IMC for rhizogenesis. Photoautotrophic microcloning technology is promising.

**Key words:** hazelnut, microclonal reproduction, phytohormones, determinants, rhizogenesis, climate change, nutrient media.

Глобальні кліматичні зміни, що супроводжуються підвищенням температури повітря, нерівномірним розподілом атмосферних опадів та збільшенням частоти екстремальних погодних явищ, суттєво впливають на аграрний сектор та структуру вирощуваних культур. У цих умовах особливої актуальності набуває диверсифікація сільськогосподарського виробництва шляхом впровадження перспективних горіхоплідних культур, здатних забезпечити продовольчу та економічну стабільність. Однією з таких культур є фундук (*Corylus avellana* L.), який характеризується високою харчовою цінністю плодів, значним попитом на внутрішньому та зовнішньому ринках, а також широкими можливостями використання у харчовій промисловості [1].

Селекційні досягнення останніх десятиліть дозволили створити високопродуктивні сорти фундука, потенційна врожайність яких досягає 8–10 т/га. Водночас розширення промислових насаджень стримується недостатньою кількістю якісного сертифікованого садивного матеріалу та поширенням небезпечних хвороб, зокрема східного опіку ліщини, збудником якого є гриб *Anisogramma anomala*. У зв'язку з цим актуальним напрямом досліджень є удосконалення біотехнологічних методів оздоровлення та прискореного розмноження перспективних сортів фундука.

Традиційно фундук розмножують відсадками, порослю, щепленням та зеленим живцюванням. Для створення штамбових форм як підщепу використовують ліщину ведмежу (*Corylus colurna* L.), тоді як для звичайних насаджень – сіянці ліщини звичайної. Незважаючи на практичне значення цих методів, вони мають низку обмежень, серед яких невисокий коефіцієнт розмноження, залежність від сезонних умов, ризик передачі патогенів та значні витрати праці.

Альтернативою традиційним технологіям є мікроклональне розмноження *in vitro*, що забезпечує отримання генетично однорідного та оздоровленого садивного матеріалу незалежно від сезону. Перевагами цього методу є високий коефіцієнт розмноження, можливість швидкого тиражування цінних генотипів, отримання безвірусних рослин та значне скорочення площ, необхідних для вирощування маточного матеріалу.

Технологія мікроклонального розмноження фундука включає чотири основні етапи: введення експлантів у стерильну культуру, мультиплікацію пагонів, ризогенез та постасептичну адаптацію рослин [2].

Однією з головних проблем на етапі введення в культуру є високий рівень ендогенного інфікування та інтенсивне виділення фенольних сполук. На відміну від багатьох плодових культур, експланти фундука характеризуються підвищеною схильністю до самоінтоксикації продуктами окиснення фенолів, що негативно впливає на їх життєздатність і морфогенетичний потенціал.

Для зниження рівня контамінації та фенолоутворення розроблено комплекс підготовчих заходів, який передбачає вирощування маточних рослин у контрольованих умовах закритого ґрунту, стимуляцію утворення молодих пагонів шляхом декапітації, профілактичну обробку рослин фунгіцидами та бактерицидними препаратами, а також використання ефективних деконтамінантів. Перспективними виявилися препарати на основі четвертинних амонієвих сполук у поєднанні з біоцидом Plant Preservative Mixture (PPM), які забезпечують зменшення частоти контамінації та підвищення приживлюваності експлантів.

Ефективність культивування фундука значною мірою визначається складом живильного середовища. Найбільш поширеним для цієї культури є середовище Driver and Kuniyuki Walnut (DKW), розроблене для деревних видів. Проте тривале культивування на цьому середовищі нерідко супроводжується проявом гіпергідратації тканин, укороченням пагонів та некрозом верхівок.

Причиною зазначених фізіологічних порушень вважається надлишковий вміст окремих макроелементів, насамперед азоту та сірки, які можуть обмежувати доступність кальцію та мікроелементів. У зв'язку з цим перспективними є модифіковані живильні середовища зі знизеним умістом азоту та підвищеними концентраціями кальцію, міді та цинку.

Особливий інтерес становить концепція створення живильних середовищ на основі елементного складу насіння. Згідно з цією гіпотезою було розроблено середовище NRM (Nas and Read Medium), адаптоване до фізіологічних потреб фундука. Його застосування сприяє покращенню росту регенерантів, зменшенню проявів вітрифікації та підвищенню загальної якості рослинного матеріалу [3].

Важливим чинником успішної мультиплікації є оптимізація гормонального складу живильного середовища. Для стимулювання пагоноутворення найчастіше використовують цитокиніни, зокрема бензиламінопурин (БАП), концентрація якого визначає інтенсивність проліферації пагонів. Встановлено, що надмірні концентрації БАП можуть спричиняти розвиток гіпергідратації та морфологічних аномалій, тому особливого значення набуває підбір індивідуальних регламентів для конкретних сортів.

На етапі ризогенезу найефективнішими є середовища зі знизеним вмістом макросолей та додаванням індолілмасляної кислоти. Використання ауксинів забезпечує формування повноцінної кореневої системи та підвищує адаптаційний потенціал регенерантів після перенесення у нестерильні умови.

Одним із найбільш перспективних напрямів сучасної біотехнології фундука є фотоавтотрофне мікроклональне розмноження. Дана технологія поєднує етапи укорінення та адаптації рослин і базується на використанні інтенсивного освітлення та збагачення повітря вуглекислим газом [4].

Порівняно з традиційною культурою *in vitro* фотоавтотрофне мікроклональне розмноження має низку переваг: відсутність потреби у використанні дорогих компонентів живильних середовищ, зменшення фізіологічного стресу рослин під час адаптації, скорочення термінів отримання стандартних саджанців та підвищення їх життєздатності.

Дослідження, проведені в Україні, показали можливість формування повноцінної кореневої системи у живців фундука протягом двох-трьох тижнів. Отримані рослини характеризуються високими показниками приживлюваності та придатні для подальшого вирощування у відкритому ґрунті.

**Висновки.** Фундук є однією з найперспективніших горіхоплідних культур для умов України, здатною забезпечити ефективне використання земельних ресурсів та підвищення економічної ефективності садівництва. Подальше розширення промислових насаджень потребує збільшення виробництва високоякісного оздоровленого садивного матеріалу.

Сучасні біотехнологічні методи, зокрема мікроклональне та фотоавтотрофне мікроклональне розмноження, створюють передумови для швидкого тиражування перспективних сортів фундука, підвищення їх санітарного статусу та забезпечення потреб галузі конкурентоспроможним

посадковим матеріалом. Перспективними напрямками подальших досліджень є оптимізація трофічних і гормональних детермінант культивування, удосконалення методів деконтамінації та впровадження інноваційних технологій масового розмноження рослин.

**Список використаних джерел**

1. Степаненко С.М. та ін. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: монографія / за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса: Вид. «ТЕС», 2015. 520 с.
2. Андрієвський В.В., Врублевський А.Т., Філіпова Л.М., Мацкевич В.В., Мацкевич О.В. Проблеми мікроклонального розмноження фундука. Агробіологія: зб. наук. пр., №1. Біла Церква: БНАУ, 2019. С. 74–84.
3. Nas M., Read P.. A hypothesis for the development of a defined tissue culture medium of higher plants and micropropagation of hazelnuts. *Scientia Horticulturae*. 2004. 101. 189–200. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2003.10.004>.
4. Мацкевич В.В., Кравченко Н.В., Подгаєцький А.А., Мацкевич О.В., Шита О.П., Гнітецький М.О.. Мікроклональне розмноження рослин: навчально методичний посібник Суми. СНАУ. 2023. 216 с.

**УДК 632.4:581.5:633.88**

**Шило М.О.**, студентка

**Башта О.В.**, кандидат біологічних наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Горган Т.М.**, кандидат біологічних наук, с.н.с.

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

[maria.shylo@icloud.com](mailto:maria.shylo@icloud.com)

**ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ МІКРОМІЦЕТІВ  
ФІЛОСФЕРИ *MENTHA PIPERITA* L. В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН**

Досліджено еколого-біологічні особливості формування мікроміцетів філосфери м'яти перцевої (*Mentha piperita* L.) в умовах кліматичних змін. Встановлено видовий склад мікобіоти та домінування фітопатогенних родів, зокрема *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. і *Penicillium* spp. Показано, що найбільша різноманітність мікроміцетів формується на листках рослин. Виявлено залежність структури мікобіоти від гідротермічного коефіцієнта. За зниження зволоження переважають посухостійкі і термостійкі види, тоді як за підвищеної вологості зростає частка вологолюбних патогенів. Результати можуть бути використані для прогнозування фітосанітарних ризиків і вдосконалення адаптивних технологій вирощування м'яти перцевої.

**Ключові слова:** м'ята перцева, кліматичні зміни, гідротермічний коефіцієнт, фітопатогени, сортова стійкість.

**Shylo M.O.**, student

**Bashta O.V.**, candidate of biological sciences, associate professor

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

**Gorgan T.M.**, candidate of biological sciences, senior researcher

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

## ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE DEVELOPMENT OF PHYLLOSPHERE MICROMYCETES OF *MENTHA PIPERITA* L. UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

The ecological and biological features of the formation of phyllosphere micromycetes of peppermint (*Mentha piperita* L.) under climate change conditions were investigated. The species composition of the mycobiota and the dominance of phytopathogenic genera, particularly *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., and *Penicillium* spp., were determined. The highest diversity of micromycetes was observed on plant leaves. A strong dependence of mycobiota structure on the hydrothermal coefficient was revealed. Under reduced moisture conditions, drought- and heat-tolerant species predominated, whereas increased moisture favored the spread of moisture-dependent pathogens. The results can be used to predict phytosanitary risks and improve adaptive cultivation technologies for peppermint.

**Keywords:** peppermint, climate change, hydrothermal coefficient, phytopathogens, cultivar resistance.

М'ята перцева (*Mentha piperita* L.) є цінною ефіроолійною та лікарською культурою, яка широко використовується у фармацевтичній, харчовій та косметичній промисловості [1, 2]. Водночас сучасні кліматичні зміни створюють нові виклики для її вирощування, зокрема через підвищення середньорічних температур, нерівномірний розподіл опадів та збільшення частоти посушливих періодів. За умов підвищених температур і дефіциту ґрунтової вологи спостерігається пригнічення ростових процесів, зменшення листкової поверхні та зниження врожайності зеленої маси. Водночас помірне підвищення температури може позитивно впливати на накопичення ефірної олії, однак тривалий тепловий стрес призводить до погіршення її якісного складу [3].

Крім того, зміна клімату впливає на видовий склад мікроміцетів, зумовлюючи появу нових або раніше нетипових для регіону патогенів, а також зміну співвідношення між сапротрофними та фітопатогенними формами [4, 5].

Дослідження проводили в лабораторії біоконтролю агроecosистем і органічного виробництва Інституту агроecології і природокористування НААН. Зразки м'яти перцевої відбирали на дослідних ділянках Виставково-інноваційного центру НААН (с. Ксаверівка Друга, Білоцерківський район, Київська область) та Державного підприємства «Дослідне господарство «Саливонківське» Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Об'єктами дослідження були два сорти м'яти перцевої вітчизняної селекції – Мама та Загадка. Відбір зразків листків, стебел і суцвіть здійснювали протягом вегетаційного періоду з подальшим мікологічним аналізом [6]. Для характеристики агрокліматичних умов досліджуваної території розраховували гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за Г.Т. Селяніновим. Для оцінки видового різноманіття мікроміцетів використовували методи порівняльної флористики – розраховували частоту трапляння у відсотках, використовуючи коефіцієнт Тюрінга [7].

У результаті моніторингу встановлено, що ендofітна мікобіота філосфери м'яти перцевої була представлена чотирнадцятьма видами мікроміцетів: *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp, *Phoma* spp, *Rhizopus* spp, *Ascochyta* spp,

*Fusarium spp.*, *Phytophthora spp.*, *Botrytis spp.*, *Penicillium spp.*, *Gliocladium spp.*, *Nigrospora spp.*, *Stemphylium spp.*, *Pythium spp.*, *Chaetomium spp.*

Найбільше видове різноманіття патогенів спостерігалось на листках м'яти, що свідчить про їх підвищену чутливість до ураження фітопатогенними мікроорганізмами. Кожен сорт характеризувався індивідуальним спектром мікроміцетів, але простежується певна закономірність у домінуванні окремих видів.

Встановлено, що структура мікобіоти значною мірою залежала від гідротермічного коефіцієнта (ГТК). За помірно посушливих умов (ГТК – 0,65) домінували *Fusarium spp.* (33–41 %) та *Penicillium spp.* (27–28 %), тоді як частка *Alternaria spp.* становила 22–31 %. За більш сприятливих умов зволоження (ГТК – 0,82) відзначено зростання поширення *Fusarium spp.* до 44–50 % та *Alternaria spp.* до 25–37 %, а також збільшення частоти виявлення *Phytophthora spp.* і *Stemphylium spp.* В умовах вираженої посухи (ГТК – 0,39) знову переважали *Fusarium spp.* (24–31 %), *Penicillium spp.* (30–41 %) та *Alternaria spp.* (18–20 %), тоді як поширення вологолюбних патогенів, зокрема *Phytophthora spp.*, знижувалося до 10–12 % (рис. 1).

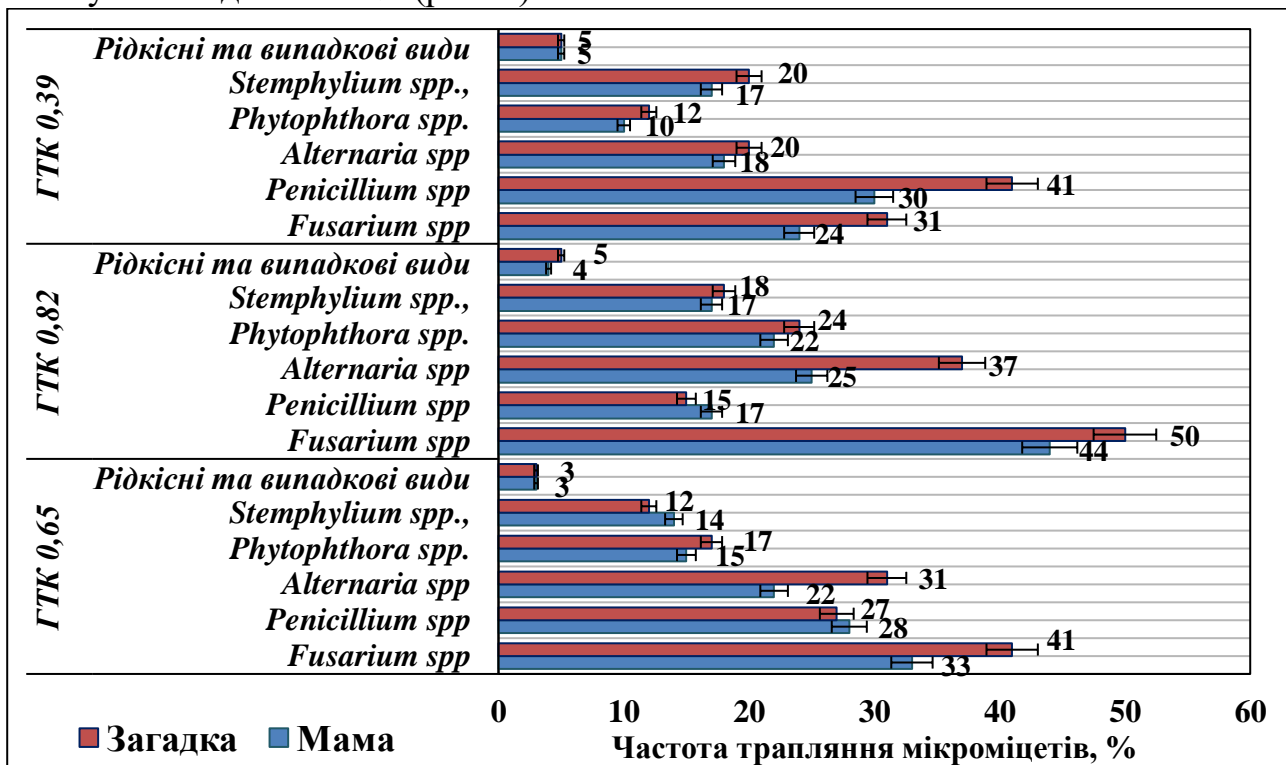


Рис. 1.– Видовий склад, частота трапляння та ступінь домінування мікобіоти м'яти перцевої

Порівняльний аналіз свідчить, що сорт Мама є більш стабільним щодо формування мікобіоти за змінних гідротермічних умов, тоді як сорт Загадка характеризується підвищеною сприйнятливістю до фітопатогенних мікроміцетів. Отримані результати підтверджують суттєвий вплив кліматичних факторів на формування комплексу мікроміцетів м'яти перцевої. Зниження ГТК сприяє домінуванню посухостійких та термостійких видів, тоді як за

підвищеного зволоження зростає поширення вологолюбних патогенів. Сортові особливості також впливають на рівень контамінації, що підтверджує необхідність урахування як кліматичних чинників, так і сортової стійкості при прогнозуванні фітосанітарного стану та розробленні адаптивних систем захисту м'яти перцевої в умовах кліматичних змін.

#### Список літератури

1. Мірзоева Тетяна Щодо доцільності розвитку лікарського рослинництва у взаємозв'язку зі збереженням біорізноманіття «Інноваційні екологічнобезпечні технології рослинництва в умовах воєнного стану» (Київ 31 серпня 2023 року) С. 119–122. URL: [https://www.agroeco.org.ua/wpcontent/uploads/Publications/zbirnyk\\_conferentsii/zbirnyk%20konf%2031.08.2023.pdf](https://www.agroeco.org.ua/wpcontent/uploads/Publications/zbirnyk_conferentsii/zbirnyk%20konf%2031.08.2023.pdf)
2. Kadoglidou, K. I., & Chatzopoulou, P. (2023). Approaches and Applications of Mentha Species in Sustainable Agriculture. Sustainability, 15(6), 5245. doi:<https://doi.org/10.3390/su15065245>
3. Wilson, L., New, S., Daron, J., Golding, N. (2021). Climate Change Impacts for Ukraine. Met Office.
4. Dipender Kumar, Arjita Punetha, Amir Khan, Priyanka Suryavanshi, Yogendra N.D., R.C. Padalia (2024) Assessment of soil moisture stress induced variability in oil content and composition in mint species [Biochemical Systematics and Ecology, Volume 113](https://doi.org/10.1016/j.bse.2023.104774), 104774. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bse.2023.104774>
5. Побережський, О., & Башта, О. (2023). Плямистості листя м'яти перцевої. *Аграрні інновації*, (22), 92–96. doi:<https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.15>
6. ДСТУ 4180:2003. Карантин рослин. Методи мікологічної експертизи під карантинних матеріалів.[Чинний від 2002-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 58 с.
7. Леонтьев Д. В. (2007) Флористичний аналіз у мікології: підручник. – Х.: Вид. група «Основа».– 160 с.

УДК 631.51:631.417:633.34:635.652

**Яценко В.В.**, доктор с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва  
**Горбенко В.С.**, аспірант  
**Луценко І.С.**, аспірант  
*Уманський національний університет*  
[vyatsenko25@gmail.com](mailto:vyatsenko25@gmail.com)

## ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ҐРУНТУ У ПОСІВАХ СОЇ ТА КВАСОЛІ

Встановлено, що застосування strip-till сприяло збереженню вищого вмісту макро- та мікроелементів у ґрунті, зокрема К, Р, Са, Fe та Mn, що свідчить про покращення агрохімічного стану орного шару за ґрунтозахисних технологій. Водночас традиційний обробіток формував нижчу щільність орного шару та вищу інтенсивність симбіотичної азотфіксації. Загалом система strip-till виявила високий потенціал як ресурсозберігаюча технологія, здатна забезпечувати стабільну продуктивність культур за одночасного покращення агрохімічних властивостей ґрунту та зменшення механічного навантаження на ґрунтовий профіль.

**Ключові слова:** mini-till, strip-till, щільність ґрунту, вміст елементів

**Yatsenko Viacheslav**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Crop Production

**Horbenko Vitalii**, Postgraduate Student

**Lutsenko Ihor**, Postgraduate Student

*Uman National University*

## **INFLUENCE OF DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS ON THE PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF SOIL IN SOYBEAN AND COMMON BEAN CROPS**

It was established that the application of strip-till promoted the retention of higher concentrations of macro- and micronutrients in the soil, particularly K, P, Ca, Fe, and Mn, indicating an improvement in the agrochemical condition of the arable layer under conservation tillage technologies. At the same time, conventional tillage resulted in lower bulk density of the arable layer and higher intensity of symbiotic nitrogen fixation. Overall, the strip-till system demonstrated considerable potential as a resource-saving technology capable of ensuring stable crop productivity while simultaneously improving the agrochemical properties of the soil and reducing mechanical pressure on the soil profile.

**Keywords:** mini-till, strip-till, soil bulk density, nutrient content.

Сучасні кліматичні зміни та деградаційні процеси ґрунтів зумовлюють необхідність удосконалення систем обробітку ґрунту в технологіях вирощування зернобобових культур. Особливої актуальності набуває впровадження ґрунтозахисних технологій, здатних забезпечувати стабільну продуктивність сої та квасолі за одночасного покращення агрофізичних і агрохімічних властивостей ґрунту. Традиційний обробіток ґрунту сприяє зниженню щільності орного шару та активізації мінералізаційних процесів, однак супроводжується підвищенням енергетичних витрат і ризиком деградації ґрунтового покриву. Натомість системи mini-till і strip-till забезпечують збереження рослинних решток на поверхні ґрунту, покращують водний режим і можуть сприяти накопиченню елементів живлення. У зв'язку з цим метою дослідження було оцінити вплив різних систем обробітку ґрунту на фізико-хімічні параметри ґрунту, розвиток симбіотичного апарату та продуктивність сої й квасолі в умовах Правобережного Лісостепу України.

Полеві дослідження проводили у 2024–2025 рр. на базі Уманського національного університету на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому. Дослід закладали за схемою split-plot у чотириразовій повторності. Об'єктами дослідження були сорти сої Adelfia і Abelina та сорти квасолі Berggold і Fruidor. Вивчали три системи обробітку ґрунту: традиційну, mini-till та strip-till. Попередником було тритікале озиме. Зразки ґрунту відбирали навесні та восени у шарах 0–10, 11–20, 21–30, 31–40, 41–50 та 50–60 см. Визначали вміст макро- і мікроелементів методом Mehlich-3, щільність ґрунту оцінювали за допомогою цифрового пенетрометра DATAFIELD. Статистичну обробку результатів проводили методом багатofакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) з оцінкою достовірності різниць за тестом Тьюкі та LSD при  $p \leq 0,05$ .

Аналіз показників щільності ґрунту в агроценозах сої та квасолі за різних систем основного обробітку упродовж 2024–2025 рр. засвідчив істотну диференціацію агрофізичного стану орного та підорного горизонтів залежно від інтенсивності механічного впливу на ґрунтовий профіль і глибини залягання досліджуваних шарів. У посівах сої найменші значення penetраційного опору навесні формувалися за традиційної системи, де у шарах 0–10 та 11–20 см щільність становила відповідно 0,38 і 0,62 МПа, що характеризує оптимальний рівень розпушення орного шару, сприятливі умови аерації та належний водно-повітряний режим ґрунту. Натомість за систем mini-till і особливо strip-till у горизонтах 21–50 см спостерігалось зростання щільності до 3,86–4,06 МПа, що свідчить про формування локально ущільненого підорного шару внаслідок зменшення інтенсивності механічного розпушення ґрунту.

В осінній період у посівах сої за технології strip-till найвищі значення щільності фіксувалися у шарах 11–30 та 41–60 см, де показники варіювали в межах 3,08–3,53 МПа, тоді як за традиційної системи відзначався більш рівномірний розподіл агрофізичних параметрів по всій товщі ґрунтового профілю. Аналогічні закономірності виявлено і в агроценозах квасолі звичайної: за традиційного обробітку щільність орного шару залишалася найнижчою (0,35–0,81 МПа), тоді як застосування mini-till і strip-till зумовлювало підвищення penetраційного опору у шарах 21–50 см до 3,54–3,73 МПа. Отримані результати свідчать, що традиційний обробіток забезпечував формування більш оптимального агрофізичного стану ґрунту, тоді як мінімізовані системи сприяли локальному ущільненню підорних горизонтів, що потенційно може обмежувати розвиток кореневої системи, погіршувати інфільтраційні процеси та знижувати інтенсивність газообміну в ґрунті.

Оцінювання агрохімічного стану ґрунту за показниками вмісту макро- та мікроелементів продемонструвало виражений вплив систем обробітку на інтенсивність мобілізації та акумуляції елементів мінерального живлення в орному шарі. Встановлено, що зменшення інтенсивності механічного впливу на ґрунт у варіантах mini-till і особливо strip-till сприяло підвищенню концентрації основних макроелементів (Ca, Mg, K, P, S), а також доступних форм азоту ( $\text{NO}_3^-$  і  $\text{NH}_4^+$ ), що свідчить про активізацію процесів біологічного кругообігу речовин та уповільнення втрат поживних елементів. Вміст амонійного азоту ( $\text{NH}_4^+$ ) за традиційної системи був на 1,4–6,2 % нижчим порівняно з ґрунтозахисними системами, очевидно завдяки інтенсифікації втрат амонійних сполук за інтенсивного механічного обробітку ґрунту.

У посівах сої максимальні показники забезпеченості елементами живлення зафіксовано у варіантах strip-till. Зокрема, у сорту Abelina вміст калію досягав 111 мг/кг, фосфору – 99 мг/кг, тоді як концентрація Fe і Mn становила відповідно 118 і 105 мг/кг, що достовірно перевищувало показники традиційної системи. Аналогічна тенденція відзначалася і у сорту Adelfia, де ґрунтозахисні технології забезпечували підвищення вмісту кальцію, магнію та мікроелементів у ґрунті.

В агроценозах квасолі звичайної інтенсивність акумуляції поживних елементів була ще вищою, особливо у сорту Fruidor за системи strip-till, де

концентрація Са становила 1928 мг/кг, К – 134 мг/кг, Р – 119 мг/кг, а вміст Fe досягав 142 мг/кг. Це може свідчити про вищу фізіологічну активність ризосфери квасолі, інтенсивніше поглинання елементів живлення та активізацію процесів трансформації поживних речовин у ґрунті порівняно із соєю.

Таким чином, ґрунтозахисні системи обробітку, насамперед strip-till, формують більш стабільний агрохімічний режим ґрунту, сприяють акумуляції макро- і мікроелементів у кореневмісному шарі та оптимізують перебіг біогеохімічних процесів у агроєкосистемах зернобобових культур. Це створює передумови для підвищення ефективності мінерального живлення рослин, стабілізації продукційних процесів і реалізації високого продуктивного потенціалу сої та квасолі в умовах Правобережного Лісостепу України.

Отримані результати досліджень свідчать, що система обробітку ґрунту є одним із визначальних чинників формування агрофізичного та агрохімічного стану ґрунту в агроценозах сої та квасолі. Встановлено, що традиційний обробіток забезпечував найнижчі показники щільності орного шару, формуючи сприятливі умови для розвитку кореневої системи, інтенсивного газообміну та оптимального водно-повітряного режиму ґрунту. Водночас застосування ґрунтозахисних технологій mini-till і особливо strip-till сприяло локальному ущільненню підорних горизонтів, однак забезпечувало суттєве покращення агрохімічних властивостей ґрунту за рахунок підвищення вмісту доступних форм макро- і мікроелементів, зокрема Са, Mg, К, Р, Fe та Mn.

Виявлено, що система strip-till характеризувалася найвищою ефективністю щодо акумуляції поживних речовин у кореневмісному шарі ґрунту, що пов'язано зі зменшенням інтенсивності мінералізаційних процесів, збереженням рослинних решток на поверхні ґрунту та стабілізацією біогеохімічного кругообігу елементів живлення. За таких умов створювалися більш сприятливі передумови для оптимізації мінерального живлення рослин і підтримання стабільного функціонування агроєкосистеми.

Таким чином, технологія strip-till має високий потенціал для впровадження в умовах Правобережного Лісостепу України як ресурсозберігаюча та екологічно адаптивна система землеробства, здатна забезпечувати стабілізацію родючості ґрунту, підвищення ефективності використання елементів живлення та підтримання продуктивності посівів сої і квасолі за умов сучасних кліматичних змін.

**УДК: 635.64:631.523:631.58**

**Яценко Н.В.**, доктор с.-г. наук, професор

**Яценко В.В.**, доктор с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва

*Уманський національний університет*

[vyatsenko25@gmail.com](mailto:vyatsenko25@gmail.com)

**АДАПТИВНІСТЬ І ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ТА ГІБРИДІВ  
ПОМІДОРА В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Результати дослідження адаптивно-продуктивного потенціалу сортів і гібридів помідора в умовах Лісостепу України проведено у 2018–2020 та 2023–2025 рр. Оцінено врожайність, екологічну пластичність, стабільність і селекційну цінність генотипів. Встановлено, що головним лімітуючим фактором продуктивності була нестача вологи. Найвищу врожайність сформували сорти Хорів і Любимий та гібриди Вулкан і Класік. Вони характеризувалися високою екологічною пластичністю та стабільністю. На основі отриманих результатів розроблено модель сорту і гібриду помідора з оптимальними морфологічними та господарсько-цінними ознаками, здатних забезпечувати врожайність понад 55–60 т/га.

**Ключові слова:** помідор, врожайність, адаптивність, стабільність, пластичність.

**Yatsenko Nataliia**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

**Yatsenko Viacheslav**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Crop Production  
*Uman National University*

## **ADAPTABILITY AND PRODUCTIVITY OF TOMATO VARIETIES AND HYBRIDS IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

The results of the study on the adaptive and productive potential of tomato varieties and hybrids under the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine were obtained during 2018–2020 and 2023–2025. Yield capacity, ecological plasticity, stability, and breeding value of the genotypes were evaluated. It was established that moisture deficiency was the main limiting factor affecting productivity. The highest yields were formed by the varieties Khoriv and Liubymyi, as well as the hybrids Vulkan and Klasik. These genotypes were characterised by high ecological plasticity and stability. Based on the obtained results, a model of a tomato variety and hybrid with optimal morphological and economically valuable traits capable of ensuring yields exceeding 55–60 t/ha was developed.

**Keywords:** tomato, yield, adaptability, stability, plasticity.

Сучасне виробництво помідора потребує створення високопродуктивних сортів і гібридів, здатних забезпечувати стабільний урожай за змінних агрокліматичних умов. Сорт або гібрид є ключовим елементом інтенсивних технологій вирощування, оскільки саме генотип визначає рівень реалізації продуктивного потенціалу культури. Помідор належить до найважливіших овочевих культур світу та характеризується значною генетичною мінливістю за морфологічними й господарсько-цінними ознаками. Сучасні селекційні програми орієнтовані на створення генотипів із високою врожайністю, стабільністю, екологічною пластичністю та стійкістю до біотичних і абіотичних чинників середовища.

Метою дослідження було оцінити адаптивно-продуктивний потенціал сортів і гібридів помідора та розробити теоретично обґрунтовану модель сорту і гібриду для умов Лісостепу України.

Дослідження проводили у 2018–2020 та 2023–2025 рр. на чорноземі опідзоленому важкосуглинкового гранулометричного складу. Вивчали сорти української селекції Лагідний (контроль), Аніта, Айсан, Гейзер, Любимий, Миролубівський, Оберіг, Хорів та гібриди Вулкан, Даруна і Класік. Площа

**II МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
«РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

облікової ділянки становила 20 м<sup>2</sup>, схема розміщення рослин – 70×35 см. Аналіз погодних умов показав значну міжрічну варіабельність кількості опадів за відносно стабільного температурного режиму. Основним лімітуючим чинником продуктивності була нестача вологи, особливо у фазах формування генеративних органів і наливу плодів.

Найбільш сприятливими для реалізації потенціалу культури виявилися 2023 та 2025 роки, коли середня врожайність становила відповідно 57,82 і 70,40 т/га. У стресовому 2024 році спостерігалось суттєве зниження врожайності, що підтвердило високу залежність продукційного процесу від водозабезпечення.

Серед досліджуваних генотипів найвищу врожайність сформували сорти Хорів (63,5 т/га) і Любимий (61,5 т/га), а також гібриди Вулкан (64,7 т/га) та Класік (59,9 т/га), які достовірно перевищували стандарт. Особливо високим адаптивно-продуктивним потенціалом характеризувався гібрид Вулкан, урожайність якого у сприятливі роки досягала 84,0 т/га, що свідчить про його інтенсивний тип адаптивності та здатність ефективно використовувати покращені умови вирощування. Водночас сорти Хорів і Любимий та гібрид Класік відзначалися відносно низькою варіабельністю врожайності та здатністю підтримувати стабільний рівень продуктивності за контрастних умов середовища.

Аналіз параметрів адаптивності показав, що більшість перспективних генотипів характеризувалися високою екологічною пластичністю та стабільністю. Зокрема, сорти Хорів, Любимий, Гейзер і гібриди Вулкан, Класік та Даруна мали високі значення коефіцієнта адаптивності (КАА > 1), гомеостатичності та селекційної цінності. Низькі значення специфічної дисперсії відхилень ( $\sigma^2d$ ) свідчать про незначний рівень взаємодії «генотип × середовище» та здатність формувати стабільний урожай незалежно від варіабельності погодних умов.

Коефіцієнт екологічної пластичності ( $b_i$ ) підтвердив, що гібрид Вулкан належить до інтенсивного типу з підвищеною реакцією на поліпшення умов вирощування, тоді як окремі сорти, зокрема Миролубівський і Оберіг, проявляли ознаки стабілізуючої адаптації та меншу чутливість до коливань факторів середовища. Генотипи з високою гомеостатичністю краще переносили дефіцит вологи та температурні стреси, забезпечуючи прогнозований рівень урожайності, що є важливим для умов ризикованого землеробства.

На основі отриманих результатів розроблено модель сорту і гібриду помідора для відкритого ґрунту Лісостепу України. Модель базується на оптимізації морфологічних і господарсько-цінних ознак із використанням регресійних залежностей між елементами структури рослини. Встановлено, що оптимальна висота рослин для сортів становить 135–150 см, а для гібридів – 140–150 см. Компактний габітус, укорочені міжвузля та раціональне розміщення листкового апарату забезпечують покращення світлопоглинання і підвищення ефективності фотосинтезу.

Розраховано, що оптимальна кількість листків у детермінантних форм становить 22–25 шт./рослину, а кількість суцвіть – 10–11 шт./рослину. Для сорту

характерне формування більшої кількості плодів середньої маси (близько 85 г), тоді як гібриди реалізують інтенсивний тип продуктивності за рахунок великоплідності (до 135 г) і підвищеної товарності продукції. Запропоновані моделі забезпечують урожайність понад 55–60 т/га та високий вихід стандартної продукції.

Отже, сорти Хорів, Любимий, Гейзер та гібриди Вулкан, Класік і Даруна доцільно рекомендувати для вирощування в умовах Лісостепу України як високопродуктивні та адаптивні генотипи. Використання розроблених моделей у селекційних програмах сприятиме створенню нових конкурентоспроможних сортів і гібридів помідора з високою врожайністю, стабільністю та адаптивністю до сучасних кліматичних змін.

УДК 631.58:630\*2:338.43(477)

**Roman Yaroshchuk<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor**  
**Svitlana Yaroshchuk<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor**  
**Andrii Butenko<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor**  
**Hanna Klymenko<sup>1</sup>, candidate of biology sciences, associate professor**  
<sup>1</sup>Sumy National Agrarian University

## ECOLOGICAL-ECONOMIC AGROFORESTRY POTENTIAL FOR COMMUNITY JOBS AND VALUE-ADDED CHAINS IN UKRAINE

The synthesis identifies at least five community-level value chains generated by shelterbelt-based agroforestry restoration: nursery production, beekeeping, fruit and nut processing, biomass use, and local product branding.

A mixed shelterbelt model using *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Prunus cerasus*, *Prunus cerasifera*, and *Corylus avellana* provides sequential flowering and combines protective, pollinator-supporting, and marketable functions.

The main economic conclusion is that gross product value should not be equated with net community benefit, because feasibility depends on establishment costs, survival, delayed maturity, maintenance, risk, and market access.

**Keywords:** agroforestry, pollinator resources, rural livelihoods, green infrastructure, post-war recovery

### **Introduction.**

This study aims to synthesize the authors' previous ecological, agroforestry, and melliferous-resource research into a single ecological-economic framework showing how shelterbelt-based agroforestry in north-eastern Ukraine can support post-war land restoration, community jobs, and local value-added chains; its novelty lies in this integrative community-level interpretation rather than in reporting a new field trial.

The full-scale war in Ukraine has intensified soil degradation, damaged shelterbelts, disrupted agricultural landscapes, and weakened the economic foundations of rural communities. Under such conditions, agroforestry should be considered not only as a land-restoration practice, but also as a community-development mechanism able to combine ecological rehabilitation with job creation

and value-added chains. In Europe, agroforestry is also increasingly recognized as a policy tool for climate adaptation and sustainable rural development (Santiago-Freijanes et al. 2021).

**Materials and approach.** This paper is a synthesis study that integrates the authors' previously prepared materials on the ecological-economic model of protective honey-bearing shelterbelts, regional assessments of woody and shrub species for agroforestry in the north-eastern forest-steppe, and publications on melliferous forest resources and *Robinia pseudoacacia* L. stands as forage lands for beekeeping. The shelterbelt configuration used in the paper should therefore be understood as a conceptual expert-derived planning model, synthesized from the authors' earlier analytical work and regional species assessments, rather than as a directly field-measured standard design. In this model, a 1 km long and 21 m wide shelterbelt (2.1 ha) is proposed for degraded or low-productivity land and includes *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Prunus cerasus* L., *Prunus cerasifera* Ehrh., and *Corylus avellana* L. The selected dimensions and species portfolio were used as a demonstrative scenario because they combine protective functions, flowering continuity from early spring to mid-summer, and several product streams with different time horizons. The broader scientific basis for this approach is strengthened by regional research evaluating 51 woody and shrub species according to adaptive, reproductive, decorative, and economic traits for agroforestry in the north-eastern forest-steppe of Ukraine. This supports the conclusion that both native and introduced species may be useful when selected through a multicriteria ecological-economic framework rather than a single-output logic.

**Results and discussion.** The main result of this synthesis is that agroforestry should be understood as a stacked ecological-economic system rather than a single planting activity. However, its feasibility should be interpreted cautiously from the outset: gross product value does not equal net community benefit. In community-scale shelterbelt restoration, the final effect depends on planting costs, seedling survival, delayed maturity of trees, maintenance inputs, contamination and war-related site constraints, weather variability, nectar-flow instability, and market access. Under that condition, three main contributions emerge from the synthesis. First, agroforestry produces ecological effects: erosion control, structural diversification of landscapes, improved habitat quality for pollinators, and gradual restoration of ecosystem services. Reviews of agroforestry and pollinator-supporting woody vegetation confirm that trees and shrubs in agricultural landscapes improve floral continuity, habitat connectivity, and resilience of pollinator communities (Bentrup et al. 2019; Božek et al. 2023). This is especially relevant for war-affected landscapes where both biodiversity and ecological stability have been reduced. Second, agroforestry has direct employment potential. Community-scale projects require seedling production, planting, maintenance, pruning, monitoring, harvesting, processing, and marketing. This labour demand is particularly important for rural communities that need local green jobs after war-related disruption. The socio-economic literature shows that agroforestry can diversify household income and improve rural resilience when linked with local institutions and practical markets (Mukhlis et al. 2022; Bilal et al. 2024). Third,

agroforestry creates value-added chains that extend beyond one commodity. In the proposed shelterbelt model, at least five linked chains can be identified: nursery production of adapted planting material; apiary production and honey processing; fruit and nut harvesting and local processing; biomass and pruning residue use; and ecosystem-service-based incentives (Table 1).

**Table 1.** Community-level value chains generated by shelterbelt-based agroforestry restoration

Agroforestry component	Ecological function	Marketable output	Potential community jobs
Nursery and planting stage	Site rehabilitation, tree cover recovery	Sapling production, planting contracts	Nursery workers, planters, site supervisors
Fruit and nut layer	Early diversification of yields	Fresh fruit, dried fruit, nuts, preserves	Pickers, sorters, processors, local retailers
Bee forage belt	Pollination support, biodiversity recovery	Honey, wax, propolis, pollination services	Beekeepers, seasonal assistants, brand managers
Biomass and woody layer	Wind protection, microclimate regulation, carbon storage	Fuelwood, chips, timber, craft material	Pruners, sawyers, carpenters, transport workers
Direct sales and local branding	Short supply chains, social resilience	Labeled community honey/fruit products	Packers, marketers, digital sellers, cooperative staff

Such diversification broadens both ecological resilience and labour opportunities. Taken together, the synthesis suggests that agroforestry in post-war Ukraine should be implemented as an integrated green-infrastructure project rather than as isolated tree planting. Its ecological and social value is highest where species selection, shelterbelt design, local processing, and incentive mechanisms are coordinated at community level.

### Bibliography

- Santiago-Freijanes JJ, Mosquera-Losada MR, Rois-Díaz M, Ferreiro-Domínguez N, Pantera A, et al. (2021) Global and European policies to foster agricultural sustainability: agroforestry. *Agrofor Syst* 95:775–790. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0215-9>
- Mukhlis I, Rizaludin MS, Hidayah I (2022) Understanding socio-economic and environmental impacts of agroforestry on rural communities. *Forests* 13:556. <https://doi.org/10.3390/f13040556>
- Bilal, M., Khan, R., Tayyab, M., Ikhtlaq, M., Aslam, T. (2024). The Potential of Agroforestry to Enhance Rural Livelihoods in Punjab, Pakistan: A Socioeconomic Viewpoint. *IECF* 2024, 8. <https://doi.org/10.3390/eesp2024031008>
- Bentrup G, Hopwood J, Adamson NL, Vaughan M (2019) Temperate agroforestry systems and insect pollinators: A review. *Forests* 10:981. <https://doi.org/10.3390/f10110981>
- Bożek M, Denisow B, Strzałkowska-Abramek M, Chrzanowska E, Winiarczyk K (2023) Non-forest woody vegetation: A critical resource for pollinators in agricultural landscapes – A review. *Sustainability* 15:8751. <https://doi.org/10.3390/su15118751>