ISSN 2226-0099 (Print)
ISSN 2664-6102 (Online)

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Таврійський науковий вісник

Серія: Сільськогосподарські науки

Випуск 147
Частина 2

Видавничий дім
«Гельветика»
2026

УДК 630(477.72)

ISSN 2226-0099 (Print)
ISSN 2664-6102 (Online)

Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету (Протокол № 10 від 26.02.2026)

Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2026. Вип. 147. Ч. 2. 452 с.

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України від 14.05.2020 № 627 (додаток 2) журнал внесений до Переліку фахових видань України (категорія «Б») у галузі сільськогосподарських наук (Е2 – Екологія, Н1 – Агрономія, Н2 – Тваринництво, Н5 – Водні біоресурси та аквакультура).

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International (Республіка Польща)

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення No 2933 від 24.10.2024 року. Ідентифікатор медіа R30-05566.

Суб'єкт у сфері друкованих медіа – Херсонський державний аграрно-економічний університет (вул. Стрітенська, буд. 23, м. Херсон, 73006; office@ksaeu.kherson.ua, тел. +38(050) 571-19-13).

Мова видання: українська, англійська, німецька, польська.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Головний редактор:

Аверчев О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор, заслужений працівник науки та техніки України, завідувач кафедри землеробства, Херсонський державний аграрно-економічний університет.

Члени редакційної колегії:

Вожегова Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України;

Лавренко С.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, заслужений винахідник, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності, Херсонський державний аграрно-економічний університет;

Бех В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор, зав. відділу селекції риб, Інститут рибного господарства НААН України;

Волох А.М. – доктор біологічних наук, професор, професор кафедри геоекології і землеустрою, Таврійський державний агротехнологічний університет;

Данилик І.М. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник, Інститут екології Карпат НАН України;

Србіслав Денчіч – доктор генетичних наук, професор, член-кор. Академії наук і мистецтв та Академії технічних наук Сербії, Сербія;

Дубина Д.В. – доктор біологічних наук, професор, головний науковий співробітник, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України;

Кутіщев П.С. – кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри водних біоресурсів та аквакультури, Херсонський державний аграрно-економічний університет;

Мельничук С.Д. – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри технологій молока та м'яса, Сумський національний аграрний університет;

Осадовский Збигнев – доктор біологічних наук, професор, ректор Поморської Академії, Слупськ, Польща;

Пасічник Л.А. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України;

Повозніков М.Г. – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри конярства та бджільництва, Національний університет біоресурсів і природокористування України;

Скляр В.Г. – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри екології та ботаніки, Сумський національний аграрний університет;

Черненко О.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри годівлі та розведення сільськогосподарських тварин, Дніпровський державний аграрно-економічний університет;

Шевченко П.Г. – кандидат біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник, завідувач кафедри гідробіології та іхтіології, Національний університет біоресурсів та природокористування України.

© Херсонський державний аграрно-економічний університет, 2026

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 631.51:631.53:631.432:631.559.2:631.3
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.1

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКА ЗАЛЕЖНО ВІД ІННОВАЦІЙНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Куртєв К. К. *– аспірант кафедри польових та овочевих культур,*
Одеський державний аграрний університет
orcid.org/0009-0000-7709-4541

Сучасне виробництво соняшника базується на широкому застосуванні агротехнологічних інновацій, як дали змогу стрімко підняти рівень виробництва: посівні площі досягли 6 млн/га, а валовий збір – 12–13 млн. тон. Виробники застосовують різні інновації, які їм пропонують компанії-оригінатори: Clearfield, Expressun, A.I.R.-технології, Verti-till, Strip-till системи обробітку ґрунту, сучасні IMI-стійкі гібриди, посівні комплекси і т.ін. Практика показала, що усі інновації ефективні і сприяють інтенсифікації соняшникарства. Але наукові дослідження, які б дали порівняльну оцінку різним інноваціям, майже відсутні в Україні. Тому така оцінка сьогодні актуальна і дуже своєчасна. Саме цей напрям був обраний нами для досліджень, які проведено в умовах Центрального Степу на землях ТОВ «Колос» Роздільнянського р-ну Одеської області у 2023–2025 рр. У дослідах вивчали сучасні способи ґрунтообробітку:

1) стерньовий культиватор Horsch Tiger 6MT;
2) Verti-till обробіток агрегатом Salford;
3) дискатор Qualidisc як контроль;
4) прямий висів посівним комплексом Mzuri Pro-til з Strip-till обробітком.

Другий фактор – це 2 технології: Clearfield з IMI-стійким гібридом P64LP130 та Classic з гібридом NK Kondi з системою ґрунтових гербіцидів.

Дослідами доведено, що серед усіх інноваційних систем перевагу має Strip-till. Цей обробіток поліпшує водний режим, знижуючи коефіцієнт водоспоживання на 5,5 %, не дає негативного впливу на забур'яненість, сприяє формуванню кошика з максимальною продуктивністю і підвищує урожайність на 13,2–15,6 %. За умови високого рівня окультуреності поля та сприятливих погодних умов (2023–2024 рр.) перевагу має класична технологія (11,2 %), а за несприятливих умов (2025 р.), навпаки, перевага була на боці Clearfield технології.

© Куртєв К. К., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Для виробництва можна рекомендувати застосування прямого висіву комплексами з Strip-till обробітком як за Clearfield, так і за Classic технологіями.

Ключові слова: *Strip-till, Verti-till, посівний комплекс Mzuri Pro-til, Clearfield, Classic, водоспоживання, урожайність.*

Kurtev K. K. Productivity of sunflower depending on innovative soil tillage systems and cultivation technologies

Modern sunflower production is based on the wide application of agrotechnological innovations, which have made it possible to rapidly increase the level of production: the sown area has reached 6 million hectares and gross output amounts to 12–13 million tonnes. Producers use various innovations offered by originator companies, including Clearfield, ExpressSun, A.I.R. technologies, Verti-till and Strip-till soil tillage systems, modern IMI-resistant hybrids, advanced seeding complexes, etc. Practice has shown that all these innovations are effective and contribute to the intensification of sunflower production. However, scientific studies providing a comparative assessment of different innovations are almost absent in Ukraine. Therefore, such an evaluation is currently relevant and highly timely.

This research focus was chosen by us for studies conducted in the conditions of the Central Steppe on the lands of LLC "Kolos" in the Rozdilna District of Odesa Region during 2023–2025. The experiments examined modern soil tillage methods:

1. *stubble cultivation using a Horsch Tiger 6MT cultivator;*
2. *Verti-till tillage with a Salford implement;*
3. *disc tillage using a Qualidisc harrow as the control;*
4. *direct seeding with a Mzuri Pro-Til seeding complex combined with Strip-till tillage.*

The second factor included two technologies: Clearfield with the IMI-resistant hybrid P64LP130 and Classic with the hybrid NK Kondi using a soil-applied herbicide system.

The experiments demonstrated that among all innovative systems, Strip-till had a clear advantage. This tillage system improves the soil water regime by reducing the water consumption coefficient by 5.5 %, does not have a negative effect on weed infestation, promotes the formation of sunflower heads with maximum productivity, and increases yield by 13.2–15.6 %. Under conditions of a high level of field cultivation and favorable weather conditions (2023–2024), the Classic technology had an advantage (11.2 %), whereas under unfavorable conditions (2025), the Clearfield technology showed superiority.

For practical production, the use of direct seeding with Strip-till–based complexes is recommended for both Clearfield and Classic technologies.

Key words: *Strip-till, Verti-till, Mzuri Pro-Til seeding complex, Clearfield, Classic, water consumption, yield.*

Актуальність теми дослідження. В України за останні 30 років виробництво соняшника зросло майже у 10 разів [1] його посівна площа досягла 6 млн. га, а валовий збір – 12–13 млн. т. Такий успіх забезпечили перш за все агротехнологічні інновації: технології Clearfield, Expressun, A.I.R., нові IMI-стійкі гібриди, сучасні системи ґрунтообробітку як Strip-till та Verti-till, інтегровані системи захисту тощо. Виробничники системно використовують усі ці інновації у відповідності до рекомендацій фірм-оригінаторів.

Постановка проблеми. Необхідність введення таких інновацій обумовлена з'явленням нових рас вовчка, до яких класичні гібриди виявились нестійкими [2], а також бажанням більш широкого контролю бур'янів.

Тому селекціонери створили IMI-стійкі гібриди, які використовують для Clearfield технології. Вперше такий стійкий зразок було виявлено у Канзасі [3] і далі це стало напрямком селекції [4].

Насьогодні обидві батьківські форми несуть IMI-стійкість [5], хоча раніше все базувалось лише на стійкості материнської форми.

Сьогодні, особливо на полях з високим рівнем потенційної забур'яненості Clearfield технологія забезпечує максимальну ефективність [6].

Відомо, що внесення Євролайтингу призводить до певної депресії рослин соняшника. Тому вченими було запропонвано в якості компенсаторики обробляти посіви соняшника препаратом ААЕ у дозі 3 л/га [7].

Зараз з'явились нові різновиди Clearfield технології, які нивелюють деякі недоліки Євролайтингу, який має довгу післядію [8]. Сьогодні розповсюджується Expressun та A.I.R.-технології із застосуванням гербіцидів короткої післядії.

Але й класична технологія, заснована на внесенні ґрунтових гербіцидів, у багатьох випадках має достатню конкурентність з Clearfield і навіть за певних обставин вона може мати перевагу.

Серед інноваційних способів обробітку ґрунту зараз можна виділяти перш за все Strip-till та Verti-till.

Strip-till – це смуговий обробіток, за якого досягається економія енергоресурсів і зростає ефективність використання добрив [9]. До того ж, міжряддя за цією технологією добре захищені від ерозії і краще зберігається ґрунтова волога [10].

Перевага Verti-till обробітку полягає у запобіганні утворення плужної підошви: мобілізації наявного ресурсу вологи для одержання сходів. Але цей обробіток потребує застосування дороговартісної техніки, такої як Salford 7000 чи культиватор КВО-7 [11, 12].

Усі ці інновації набули широкого розповсюдження у практиці, але наукові дослідження з їх порівняльної оцінки практично відсутні, а тому цей напрямок досліджень ми і обрали як тему нашої роботи.

Методика досліджень. Польові досліди проведено протягом 2023–2025 рр. на звичайному чорноземі ТОВ «Колос» Роздільнянського району Одеської області. Роки досліджень були різними за погодними умовами: 2023 р. – більш сприятливий, 2024 – менш сприятливий і 2025 р. – гостропосушливий.

Метою роботи була порівняльна оцінка ефективності сучасних інноваційних систем обробітку ґрунту на фоні Clearfield технологій. Для порівняння вивчали показники водного режиму ґрунту, особливості забур'яненості посівів, фотосинтетичну діяльність рослин, формування потенційного і фактичного рівня урожайності.

Схемою досліду було передбачено вивчення таких систем обробітку ґрунту:

1) обробіток стерньовим культиватором Horsch Tiger 6MT;
2) Verti-till обробіток агрегатом Salford;
3) дискування дискатором Qualidisc 7000 (контроль);
4) прямий висів посівним комплексом Mzuri Pro-til 6T, який забезпечив Strip-till обробіток.

Другим фактом, що вивчали у досліді, була технологія вирощування:

1) технологія Clerfield;
2) Classic технологія.

Для першої технології використовували IMI-стійкий гібрид американської селекції P64LP130, а для другої – класичний гібрид NK Kondi компанії Syngenta з використанням ґрунтових гербіцидів.

Обидва гібриди відносяться до середньостиглої групи лінолевого типу.

У перший рік досліджень облікова ділянка мала розмір 1,2 га, у 2024 та 2025 рр. – 500 м^2 при чотирьохразовому повторенні. У перший рік ділянки розташовували послідовно, а другий і третій – рендомізовано.

Результати досліджень. Проведені дослідження виявили суттєвий рівень впливу вивчених систем обробітку ґрунту на нагромадження, пересування та використання ґрунтової вологи. Взаємодія усіх показників водного режиму ґрунту

добре простежується при розрахунку водного балансу, який ми проводили за системою Вериго, Разумової. Нижче наведено основні результати цього балансу (табл. 1):

Таблиця 1

Водний баланс метрового шару ґрунту під посівом соняшника, середні за 2023–2025 рр.

Агрегат обробітку ґрунту	Продуктивна волога, м³/га		Опади за вег., м³/га	Заг. водосп., м³/га	Урожай, т/га		Коефіцієнт водоспоживання, м³/т	
	сівба	пов. Стигл.			Сухої біомаси	насіння	сухої біомаси	насіння
Гібрид P64LP130								
HorschTiger 6MT	1260	509	1556	2307	4,84	2,12	477	1088
Salford 7000	1324	496	1556	2384	5,32	2,32	448	1028
Qualidisc 7000	1244	526	1556	2274	4,97	2,09	458	1088
Mzuri Pro–til 6T	1320	523	1556	2447	5,64	2,35	434	1041
Гібрид NK Kondi								
HorschTiger 6MT	1260	496	1546	2310	5,04	2,27	458	1017
Salford 7000	1324	469	1546	2401	5,38	2,44	446	984
Qualidisc 7000	1244	469	1546	2321	4,95	2,24	469	1036
Mzuri Pro–til 6T	1320	429	1546	2437	5,48	2,51	445	971

Перш за все треба відзначити, що на період сівби Verti-till та Strip-till обробіток сприяє збільшенню вмісту продуктивної вологи у порівнянні з контролем на 110–120 мм у шарі 100 см. Щоправда, до кінця вегетації картина діаметрально змінюється: контроль мав у цьому відношенні вищі або однакові показники. Це пояснюється вищим рівнем використання вологи для утворення більшої фітомаси. Таким чином, максимальний рівень загального водоспоживання відзначено саме за Strip-till та Verti-till обробітком.

Але загальне водоспоживання не може надійно характеризувати ефективність використання ґрунтової вологи. Цю функцію виконує коефіцієнт водоспоживання, який показує витрати води на утворення одиниці сухої органічної речовини. Деякі дослідники розраховують коефіцієнт водоспоживання не на суху біомасу, а на одиницю урожаю основної продукції. Як бачимо, ми зробили розрахунки як на суху біомасу, так і на насіння. В обох випадках коефіцієнт водоспоживання досягав мінімальних значень саме за Verti-till та Strip-till системах обробітку ґрунту. Якщо взяти суху біомасу, то економія води за цих систем у порівнянні з контролем становило 5,2–5,5 %, тобто лише на 1 га площі ця економія досягала 129 м³. Лише для одного господарства з площею сівби соняшника 500 га загальна економія вологи на утворення урожаю насіння становить 64,3 тис. м³.

Порівняння Clearfield та Classic технології неможливе без вивчення особливостей забур'янення посівів, тим більше, що на цей показник має вплив і обробіток ґрунту.

Застосування Clearfield технології забезпечує контроль більш широкого спектру бур'янів, ніж за використання ґрунтових і страхових гербіцидів, які вносять

за класичної технології. Однак кінцевий результат залежить від рівня потенційної забур'яненості поля. У нашому випадку поля були високоокультурені і тому рівень потенційної забур'яненості був невисоким (табл. 2)

Таблиця 2

Потенційний рівень забур'яненості дослідних ділянок, тис./м^2

Рік	0–10 см		10–20 см		0–20 см	
	насіння	вегетативні органи	насіння	вегетативні органи	насіння	вегетативні органи
2023	28,3	0,17	12,9	0,10	41,2	0,27
2024	30,4	0,11	23,9	0,03	54,3	0,14
2025	20,9	0,21	18,9	0,12	39,8	0,33

Дійсно, кількість органів розмноження у перерахунку на 1 м^2 на дослідних ділянках була у 2-3 рази менше, ніж середньостатистична (…). Більшість бур'янів – це однорічники, чисельність яких перевищує багаторічні у 153 рази (2023 р.); у 386 разів (2024 р.); у 122 рази (2025 р.). Все це, безумовно визначило і фактичний рівень забур'яненості, у ступінь реакції рослин на ту чи іншу технологію (табл. 3).

Таблиця 3

Забур'яненість соняшника залежно від систем обробітку ґрунту та технології вирощування (середні за 2023–2025 рр.)

Агрегат для обробітку ґрунту	Початок формування кошика		Цвітіння		Повна стиглість	
	однорічні	багаторічні	однорічні	багаторічні	однорічні	багаторічні
P64LP130 Clearfield						
HorschTiger 6MT	5,0	0,3	4,0	0,3	6,0	1,3
Salford 7000	4,7	1,0	4,0	0,3	5,7	0,7
Qualidisc 7000	7,6	2,0	5,3	0,7	7,0	0,7
Mzuri Pro–til 6T	6,0	1,3	4,0	0	5,3	0,7
NK Kondi Classic						
HorschTiger 6MT	6,0	2,7	6,3	2,0	7,7	1,7
Salford 7000	6,3	2,0	5,7	2,7	8,0	2,3
Qualidisc 7000	9,7	4,3	11,3	4,3	12,5	3,0
Mzuri Pro–til 6T	6,7	1,7	8,3	2,7	7,0	1,3

Саме той факт, що дослідні ділянки мали невисокий рівень потенційної забур'яненості, фактична кількість бур'янів по варіантам досліду коливалась у доволі невеликому діапазоні. Щоправда за Clearfield технології фактична забур'яненість в усіх випадках була на 10–15 % меншою, ніж за технологією Classic.

Стосовно впливу систем ґрунтообробітку за рівнем забур'янення простежується певна перевага за стерньовим культиватором Horsch Tiger 6MT, принаймні на перших етапах вегетації. У подальшому більшість варіантів вирівнювались за цим показником, окрім дискування, яке призводило до зростання забур'яненості.

В цілому забур'яненість залежно від вивчених заходів як таку, що радикального впливу на продуктивність соняшника не справляє, бо її рівень в усіх випадках був невисоким.

Проведені протягом вегетації виміри площі листової поверхні показали, що цей показник суттєво відрізняється між варіантами досліду і досягає максимуму за Classic технології при прямому висіві посівним комплексом Mzuri Pro-til. Розмір листової асимілюючої поверхні визначив інші показники фотосинтетичної діяльності рослин соняшника, зокрема фотосинтетичний потенціал (ФП) та чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ). Розрахунки цих показників наведено у таблиці 4:

Таблиця 4

Показники фотосинтетичної діяльності рослин соняшника, середні за 2023–2025 рр.

Агрегат для обробітку ґрунту (А)	*S* листя, м²/га			Урож. сухої біомаси, кг/га			Трив. періоду, діб	ФП, тис. м²/га × діб	ЧПФ, г/м² за добу
	поч. форм. кошика	цвітіння	середня	поч. форм. кошика	цвітіння	середня			
P64LP130 Clearfield (В)									
HorschTiger 6MT	10 500	21 300	15 900	1470	3560	2090	34	541	3,86
Salford 7000	11 000	23 000	17 000	1610	3990	2380	35	595	4,00
Qualidisc 7000	10 000	21 200	15 600	1350	3440	2090	34	530	3,94
Mzuri Pro–til 6T	11 200	24 000	17 900	1630	4140	2510	35	627	4,00
Середня по фактору А	10,8	22 600	16 700	1515	3783	2268	34,5	576	3,94
NK Kondi Classic (В)									
HorschTiger 6MT	10 200	21 500	15 900	1440	3290	1850	34	541	3,42
Salford 7000	11 000	22 600	16 800	1540	3550	2010	34	571	3,52
Qualidisc 7000	10 200	21 500	15900	1340	3460	2120	33	525	4,03
Mzuri Pro–til 6T	11 400	23 600	17 500	1590	4010	2420	35	612	3,94
Середня по фактору А	10 700	22 400	16 600	1478	3578	2100	34	564	3,72

Як бачимо, максимального рівня площа листової асимілюючої поверхні за обох технологій досягає при прямому висіві посівним комплексом Mzuri Pro-til 6T, який забезпечує Strip-till обробіток ґрунту. Перевага над контролем становить за Clearfield технології 13,2, а за Classic – 9,3 %.

Період, за який розрахувались показники ФП та ЧПФ залежно від варіантів досліду тривав 33–35 діб, а тому величина ЧП досягала максимуму у разі збільшення тривалості періоду від початку формування кошика до цвітіння. Коливання показника ЧПФ залежно як від обробітку ґрунту, так і технології, були несуттєвими (в межах 1–2 %). Це свідчить, що інтегральний результат залежить переважно від кількісного (площа листя), а не якісного (ЧПФ) показника.

За всіма наведеними показниками невелика перевага, яка математично не доказано, була на боці Clearfield технології. І це стосується лише розрахункового періоду (утворення кошика-цвітіння), а на наступних фазах спостерігалась протилежна картина. Тому говорити впевнено про перевагу будь-якої технології

неможливо, що буде підтверджено подальшими дослідженнями, зокрема формуванням потенційної продуктивності, яка визначається кількістю закладених трубчастих квіток (табл. 5).

Таблиця 5

Кількість трубчастих квіток в одному кошику

Агрегат для обробітку ґрунту (А)	Рік			Середня за 3 роки
	2023	2024	2025	
Гібрид P64LP130 Clearfield (В)				
HorschTiger 6MT	1586	1504	1388	1493
Salford 7000	1644	1582	1402	1543
Qualidisc 7000	1531	1496	1365	1464
Mzuri Pro–til 6T	1672	1601	1440	1571
Середня по фактору А	1608	1545	1399	1517
Гібрид NK Kondi Classic (В)				
HorschTiger 6MT	1606	1588	1407	1534
Salford 7000	1681	1631	1460	1591
Qualidisc 7000	1620	1578	1398	1532
Mzuri Pro–til 6T	1703	1650	1456	1594
Середня по фактору А	1653	1612	1430	1565
HIP_{05}, шт	86	91	64	–

За цим показником вимальовується інша закономірність: у більш сприятливі роки перевагу мала Classic технологія, а у посушливому 2025 р. – навпаки.

На рівень продукційного потенціалу більш суттєво вплинули не технології, а системи обробітку ґрунту, серед яких лідерство має Strip-till обробіток, що забезпечував прямий висів посівним комплексом Mzuri Pro-til 6T. Перевага цієї системи над контролем за Clearfield технології у 2023 р. становила 9,2 у 2024 – 7,4 та у 2025 р. – 5,5 %. За Classic технології ці надбавки становили відповідно 5,6; 4,6 та 4,1 %.

Потенційна урожайність – це лише орієнтир для уявлення про можливий рівень фактичної урожайності, бо не усі трубчасті квітки утворюють повноцінне насіння. Різниця між кількістю трубчастих квіток та кількістю повноцінних насінин у кошику – це так звана пустозерність, яка за різних погодних умов може коливатись від 10–15 до 50–60 %. Взаємозв'язок кількості повноцінних насінин і пустозерності добре ілюструється графічно (рис. 1).

Як бачимо, за Strip-till обробітку (Mzuri Pro-til 6T) соняшник як за потенційною, так і реальною індивідуальною продуктивністю займає лідируючу позицію. Водночас тут спостерігався найменший рівень пустозерності (31,9 %).

Фінальний елемент досліджень підтвердив ефективність Strip-till та Verti-till системи обробітку ґрунту (табл. 6).

Завдяки застосуванню посівного агрегату Mzuri Pro-til 6T одержано достовірній приріст урожаю в усі роки. У порівнянні з контролем цей варіант забезпечив середню за 3 роки прибавку у 13,2–15,6 %.

Порівнюючи ефективність вивчених технологій, легко помітити неоднозначність результатів залежно від умов року: у більш сприятливих 2023 та 2024 рр. помітна перевага (в обидва роки 11 %) спостерігалась за Classic технології,

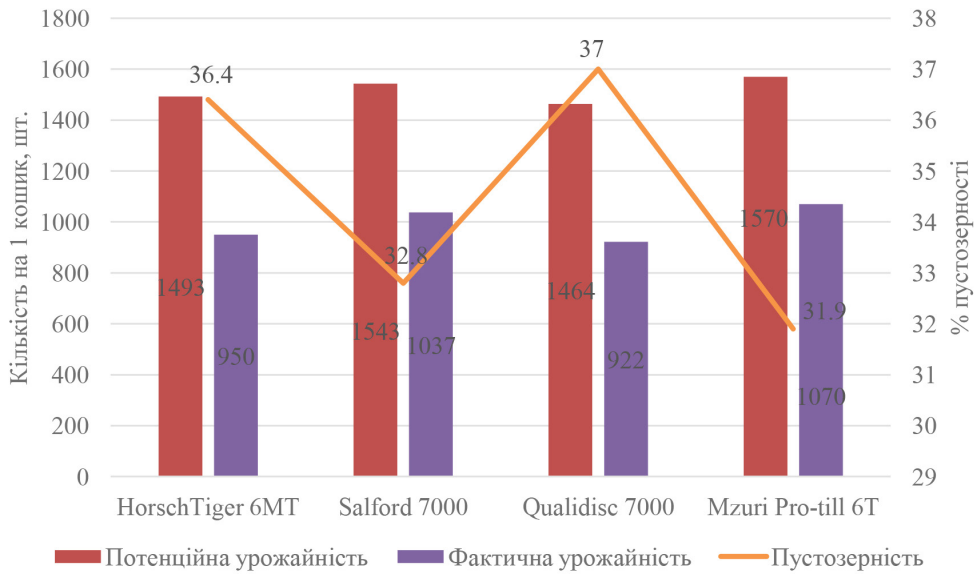


Рис. 1. Співвідношення показників потенційної, фактичної урожайності та пустозерності кошиків (Clearfield технологія, середні за 2023–2025 р.)

Таблиця 6

Урожайність соняшника залежно від технології вирощування та обробітку ґрунту

Агрегат для обробітку ґрунту (А)	Урожайність, т/га				+/- до контролю	
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	Середня	т/га	%
Гібрид P64LP130 Clearfield (В)						
HorschTiger 6MT	2,62	2,06	1,69	2,12	–0,16	7,5
Salford 7000	2,97	2,69	1,88	2,51	+0,23	10,1
Qualidisc 7000	2,74	2,37	1,73	2,28	0	0
Mzuri Pro–til 6T	3,02	2,70	2,01	2,58	+0,30	13,2
Середня по фактору А	2,84	2,46	1,83	2,37	–	–
Гібрид NK Kondi Classic (В)						
HorschTiger 6MT	3,05	2,60	1,39	2,35	+0,04	1,7
Salford 7000	3,21	2,85	1,67	2,58	+0,27	11,7
Qualidisc 7000	3,04	2,48	1,40	2,31	0	0
Mzuri Pro–til 6T	3,30	2,94	1,78	2,67	+0,36	15,6
Середня по фактору А	3,15	2,72	1,56	2,48	–	–
HIP_{05}, т	0,17	0,24	0,12	–	–	–

а у посушливому 2025 р. – навпаки, за технологією Clearfield одержано урожай на 17,3 % вище. Це дає підставу зробити висновок, що на добре окультурених полях за сприятливих та середніх погодних умов можна розраховувати на високу конкурентність класичної технології.

Оскільки застосування усіх програмних технологічних елементів пов'язано із суттєвою зміною виробничих витрат, ми вважаємо, що остаточний висновок буде більш обґрунтованим лише після їх економічної оцінки. Кінцеві результати наших економічних розрахунків наведено у таблиці 7.

Таблиця 7

Основні економічні показники вирощування соняшника за різних систем обробітку ґрунту і технологій (середні за 2023–2025 рр.)

Агрегат для обробітку ґрунту	Вартість продукції, тис. грн/га	Виробничі витрати, тис. грн/га	Чистий прибуток, тис. грн/га	Собівартість насіння, грн/т	Рівень рентабельності, %
Гібрид P64LP130 Clearfield					
HorschTiger 6MT	50,88	34,45	16,43	16 250	47,7
Salford 7000	60,24	35,10	25,14	13 984	71,6
Qualidisc 7000	54,72	34,13	20,59	14 969	60,3
Mzuri Pro–til 6T	61,92	35,23	26,69	13 655	75,8
Гібрид NK Kondi Classic					
HorschTiger 6MT	56,40	34,84	21,56	14 826	61,9
Salford 7000	61,92	35,23	26,69	13 655	75,8
Qualidisc 7000	55,44	34,21	21,23	15 004	62,1
Mzuri Pro–til 6T	64,08	35,42	28,66	13 266	80,9

Підрахунки показали, що на вересень 2025 р. виробничі витрати по усім варіантам досліду коливаються в межах 3 % по обом вивченим технологіям. Та й самі технології, не дивлячись на різноманіття відмінностей, відрізняються за рівнем виробничих витрат лише на 0,8 %, тобто є однаковими, а відтак і економічні показники цілком співпадають з агротехнічними. У середньому за 3 роки обидві технології забезпечили майже однаковий рівень рентабельності. Але системи обробітку ґрунту відрізнялись набагато суттєвіше: Strip-till обробіток, наприклад, забезпечив у порівнянні з контролем зростання чистого прибутку 6,1–7,4 тис. грн/га, у той час як собівартість знизилась на 1,3–1,7 тис. грн/т насіння.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження, аналізи і розрахунки дозволяють зробити такі висновки:

– Серед усіх інноваційних систем обробітку ґрунту перевагу має Strip-till, яка досягається прямим висівом соняшника посівним комплексом Mzuri Pro-til 6T. Цей обробіток поліпшує водний режим, зменшуючи коефіцієнт водоспоживання на 5,5 %, не має негативного виливу на забур'яненість, сприяє формуванню кошика з максимальною продуктивністю і підвищує урожайність на 13,2–15,6 %;

– За умови високого рівня окультуреності поля та за сприятливих погодних умов перевагу має класична технологія, яка забезпечила у 2023–2024 рр. прибавку у 11,2 %, а за несприятливих умов у 2025 р., навпаки, 17,3 % переваги мала Clearfield технологія

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гамаюнова В. В. Землеробство (методичні рекомендації), Миколаїв, 2021 – 80 с.
2. Макляк К. М., Кириченко В. В. Стійкість вихідного матеріалу соняшнику до нових рас вовчка (Orobanche cumana Wallr.). Селекція і насінництво. 2012. № 102. С. 16–21.
3. Al-Khatib K. et al. Imazethapyr resistance in common sunflower (Helianthus annuus). Weed Science. 1998. P. 403–407.
4. Skoric D., Pacueanu-Joita M. Possibilities for increasing sonflower resistance broomrape (Orobanche cumana). Jornal of Agricultural Science and Technology B. I. 2011. P. 151–152.
5. Malidža G., Škorić D., Jocić S. Imidazolinone-resistant sunflower (Helianthus annuus): Inheritance of resistance and response towards selected sulfonylurea herbicid. Proceedings of 15th International Sunflower Conference. Toulouse, France, 2000. P. 42–47.
6. Жуйков О. Г., Середюк В. Ю. Технологія вирощування соняшника Clearfield®–світова історія та вітчизняний досвід. Аграрні інновації. 2024. № 23. С. 68–74.
7. Balabanova D. A., Paunov M., Goltsev V., Cuypers A., Vangronsveld J., Vassilev A. Photosynthetic performance of the imidazolinone resistant sunflower exposed to single and combined treatment by the herbicide imazamox and an amino acid extract. Frontiers in plant science. 2016. Vol. 7. P. 1559.
8. Grynkiewicz G., Poenie M., Tsien R. Y. A new generation of Ca^{2+} indicators with greatly improved fluorescence properties. Journal of biological chemistry. 1985. Vol. 260, № 6. P. 3440–3450.
9. Conservation Tillage Systems for Sustainable Agriculture. FAO Report. Rome, 2024. 88 p.
10. Колодяжний І. О., Романашенко О. А., Калюжний О. Д. Особливості використання технології Strip-till. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції». Кропивницький : ЦНТУ, 2019. С. 8–58.
11. Chaikovskyi V. No-till ta verty-till – yak v Ahroforti testuiut na svoikh poliakh obydvi tekhnolohii. SuperAgronom.com. 2021. URL: https://superagronom.com/blog/849-no-till-ta-verty-till--yak-v-agrofort-testuyut-na-svoyih-polyah-obidvi-tehnologiyi (дата звернення: 08.01.2026).
12. Polovyi P. Perevahy perekhodu na tekhnolohiiu obrobitku hruntu Verti-till ta osoblyvosti yoho vprovadzhennia na vlasnykh zemliakh. Zdorova zemlia Ukrainy. 2021. URL: https://healthysoil.in.ua/technology-to-increase-yields-and-profitability/ (дата звернення: 08.01.2026).

Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.111.1»321»(477.4)
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.2

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЯРОЇ В АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Лозінська Т. П. *– к.с.-г.н., доцент,*
доцент кафедри лісового господарства,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-7119-0759
Панченко Т. В. *– к.с.-г.н., доцент,*
завідувач кафедри рослинництва та цифрових технологій в агрономії,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0003-1114-5670

Пшениця м'яка яра є стратегічною культурою в Лісостепу України, що забезпечує продовольчу та технологічну стабільність. Агрокліматичні коливання, підвищений ризик грибкових захворювань та нестабільна фітосанітарна ситуація роблять необхідним удосконалення технологій вирощування. Метою дворічного дослідження, проведеного у 2023–2024 роках, було визначення найефективніших комбінацій сортів пшениці, рівня мінерального живлення, фунгіцидного захисту та стимуляторів росту для підвищення продуктивності та якості м'якої ярої пшениці в різних гідротермічних умовах. Польові дослідження проводилися за трифакторною схемою, що включала два сорти («Елегія миронівська» та «Сімкода миронівська»), три рівні азоту та чотири захисно-стимулюючі варіанти обробки, застосовані у два періоди. Різниця погодних умов між вологим 2023 роком та посушливим 2024 роком дозволила оцінити адаптивні реакції сортів: вологий рік призвів до вищої густоти продуктивних стебел та маси 1000 зерен, тоді як посушливий рік спричинив зниження врожайності, але збільшив вміст білка та клейковини. Використання фунгіциду в поєднанні з мікродобривами («Протіоро, КС + Нутрівант» та «Флутривіт + Нутрівант») стабільно збільшувало врожайність обох сортів за рахунок зменшення ураження септоріозом, борошнистою росою та бурою іржею. Кореляційний аналіз підтвердив ключову роль структурних елементів культури: мінливість врожайності визначалася густотою продуктивних стебел (r = 0,72) та масою 1000 зерен (r = 0,64), тоді як продуктивність негативно корелювала з вмістом білка (r = –0,57). Результати свідчать про те, що поєднання адаптивних сортів з обробкою фунгіцидами та мікродобривами є найефективнішим способом забезпечення стабільної врожайності та високої якості зерна в змінних кліматичних умовах. Ці підходи можуть бути використані для вдосконалення технологій вирощування ярої пшениці та підвищення ефективності виробництва. Перспективи подальших досліджень вбачаємо в довготривалому моніторингу ефективності комбінованих фунгіцидно-мікродобривних обробок, поглибленому вивченні фізіолого-біохімічних механізмів їхньої дії і розробці цифрових систем підтримки рішень для точного прогнозування оптимальних технологічних утручань в умовах змін клімату.

Ключові слова: *пшениця м'яка яра, технологія вирощування, мінеральне живлення, фунгіцидний захист, урожайність, якість зерна.*

Lozinska T. P., Panchenko T. V. Optimization of spring bread wheat cultivation elements under the agroclimatic conditions of the Forest-Steppe of Ukraine

Soft spring wheat is a strategic crop in the Forest-Steppe of Ukraine, ensuring food and technological stability. Agroclimatic fluctuations, increased risk of fungal diseases and unstable phytosanitary situation make it necessary to improve growing technologies. The aim of the two-year study conducted in 2023–2024 was to determine the most effective combinations of wheat

© Лозінська Т. П., Панченко Т. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

varieties, mineral nutrition levels, fungicidal protection and growth stimulants to increase the productivity and quality of soft spring wheat in different hydrothermal conditions. Field studies were conducted according to a three-factor scheme, including two varieties ("Elehiia Myronivska" and "Simcoda Myronivska"), three nitrogen levels, and four protective-stimulating treatment options applied in two periods. The differences in weather conditions between the wet year 2023 and the dry year 2024 allowed us to assess the adaptive responses of the varieties: the wet year led to higher stem density and 1000-grain weight, while the dry year decreased yield but increased protein and gluten content. The use of a fungicide in combination with microfertilizers ("Amistar Extra + Nutrivant" and "Elatus Ria + Nutrivant") steadily increased yields of both varieties by reducing the incidence of septoria, powdery mildew, and brown rust. Correlation analysis confirmed the key role of crop structural elements: yield variability was determined by the density of productive stems (r = 0.72) and the weight of 1000 grains (r = 0.64), while productivity was negatively correlated with protein content (r = –0.57). The results indicate that combining adaptive varieties with fungicide and micronutrient treatments is the most effective approach to ensure stable yields and high grain quality under changing climatic conditions. These approaches can be used to improve spring wheat growing technologies and increase production efficiency. We see prospects for further research in long-term monitoring of the effectiveness of combined fungicide-micronutrient treatments, in-depth study of the physiological and biochemical mechanisms of their action, and the development of digital decision-support systems for accurate prediction of optimal technological interventions in conditions of climate change.

Key words: *spring wheat, cultivation technology, mineral nutrition, fungicidal protection, yield, grain quality.*

Постановка проблеми. Пшениця м'яка яра залишається стратегічною культурою в Лісостепу України, де її вирощування забезпечує продовольчу та технологічну стабільність. Протягом останніх двох десятиліть регіон зазнав значущих агрокліматичних змін, зокрема підвищення весняної температури повітря, нестабільність опадів і збільшення короткочасних посушливих періодів у фазах кущіння та колосіння. За даними Українського гідрометеорологічного центру середня температура у квітні-травні за останні 20 років зросла на 0,8–1,3 C⁰ у більшості регіонів Правобережного Лісостепу. Це суттєво змінює реакцію ярих культур на рівень мінерального живлення та технологічні прийоми. Водночас нестабільність опадів у критичні періоди вегетації збільшує ризик низького формування біомаси та порушень якості зерна.

За цих умов особливо важливо ретельно підбирати сорти з підвищеною адаптивністю, оптимізувати систему мінерального живлення та використовувати сучасні методи фітосанітарного контролю. Загальновідомо, що зниження стійкості рослин до грибкових хвороб за зміни кліматичних умов суттєво впливає на продуктивність і стабільність сортів м'якої ярої пшениці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження, проведені в різних господарствах Лісостепового регіону у 2023–2025 рр., узгоджуються з результатами вітчизняних науковців, які підтверджують важливу роль мінерального живлення у формуванні продуктивності зернових культур.

Зокрема, у роботі О. Демидова та ін. встановлено тісний зв'язок між рівнем мінерального забезпечення та показниками якості зерна, включаючи масу 1000 зерен та вміст білка [1, с. 50]. У дослідженні Р. Прокопенко та ін. показано вплив абіотичних та антропогенних чинників на формування насіннєвої продуктивності пшениці за умов зміни агротехнічних режимів [2, с. 122].

Крім того, дані С. Каленської та ін. підтверджують значний сортовий вплив на ефективність технологічних елементів вирощування, включаючи інтеграцію добрив, систем захисту та застосування стимуляторів росту [3, с. 225]. Також, сортові особливості суттєво впливають на ефективність технологічних елементів обробітку, зокрема інтеграції добрив, схем захисту та стимуляторів росту

в систему управління виробничим процесом [4, 5, с. 10]. Недостатнє поширення пшениці ярої зумовлене відсутністю сортів, що поєднують пластичність і високу продуктивність. Удосконалення технології здійснюється на основі сортів, що пройшли державне сортовипробування та внесені до Державного реєстру сортів рослин, дозволених до поширення в Україні [6, с. 3].

Польові дослідження останніх років показують, що впровадження оптимізованих режимів живлення разом із сучасними схемами фунгіцидів може збільшити врожайність ярої пшениці на 10–22 %, залежно від року та погодних умов. Результати міжнародних публікацій також підтверджують, що гнучкі системи удобрення та захисту мають стабільно позитивний вплив у регіонах із континентальним кліматом і нерівномірним водопостачанням (наприклад, дослідження 2023–2024 років щодо впливу рівня азотного постачання на продуктивність ярої пшениці в Центральній та Східній Європі) [7, с. 15; 8].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Однак комплексний вплив сортових характеристик, рівня мінерального живлення, фунгіцидного захисту та використання стимуляторів росту в інтегрованій системі вирощування пшениці м'якої ярої в реальних агрокліматичних умовах Лісостепу України протягом кількох контрастних вегетаційних періодів залишається недостатньо вивченим. Саме це робить актуальним проведення сучасних досліджень із використанням факторних польових дослідів і розширених статистичних підходів.

Агрокліматичні зміни, підвищений ризик грибкових захворювань, мінливі фітосанітарні умови та зростання економічної вартості ресурсів (добрив і засобів захисту рослин) вимагають розробки та наукового обґрунтування оптимізованих технологічних рішень для ярої пшениці. Комплексна оцінка технологічних елементів, проведена протягом двох контрастних вегетаційних періодів, дає результати, що точно відображають реальні виробничі умови та практику.

Метою дослідження є обґрунтування оптимальних комбінацій сортів, рівнів мінерального живлення, фунгіцидного захисту та застосування стимуляторів росту для забезпечення високої продуктивності, стійкості до хвороб та якості зерна пшениці м'якої ярої в агрокліматичних умовах Лісостепу України.

Завдання дослідження:

1. Оцінка реакції сортів пшениці м'якої ярої на різні рівні мінерального живлення, а також встановлення особливостей формування врожаю та його структурних елементів у два контрастні вегетаційні періоди.

2. Визначити ефективність фунгіцидного захисту та стимуляторів росту, а також оцінити фітосанітарний стан посівів та ступінь пошкодження листя грибковими хворобами.

3. Проаналізувати зміни показників якості зерна залежно від технологічних прийомів та побудовано модель взаємодії факторів для визначення найефективніших комбінацій.

Гіпотеза дослідження. Вважається, що поєднання адаптивних сортів з оптимізованим рівнем мінерального живлення, системою фунгіцидного захисту і стимуляторами росту призведе до статистично значущого підвищення продуктивності та якості зерна пшениці м'якої ярої, особливо в кліматично контрастні періоди вегетації.

Методи. Дослідження проводилися протягом двох контрастних вегетаційних періодів (2023 та 2024). Проводилися польові дослідження на базі Навчально-виробничого центру (НВЦ) Білоцерківського національного аграрного університету, що розташований у центральній частині Правобережного Лісостепу України, на

території Київської області. Гідротермічні характеристики двох років суттєво відрізнялися, що дозволило оцінити адаптивні реакції сортів і технологічні прийоми в контрастних сценаріях. У 2023 році рослинність характеризувалася високою відносною вологістю повітря. Середньодобова температура у квітні становила 10,4 °С, а у травні 15,8 °С. Загальна кількість опадів з квітня по червень становила 182 мм, що на 14–18 % вище за багаторічну середню. Рівномірний розподіл опадів у травні та на початку червня сприяв активному росту стеблової маси і формуванню продуктивного стебла. Натомість сезон 2024 року був значно сухішим і теплішим, із середніми температурами 12,1 °С у квітні та 17,4 °С у травні, що на 1,5–2,3 °С перевищувало кліматичну норму. Кількість опадів у квітні–травні обмежувалася 96 мм (близько 55 % від норми), що призвело до зменшення запасів продуктивної вологи в орному шарі до 60–65 % від норми теплової енергії у фази кущення та початку формування трубки. Покращення вологозабезпеченості в другій половині червня (48 мм протягом 10 днів) було недостатнім для компенсації весняного дефіциту.

Схему досліду було побудовано як трифакторну, повністю відповідно до вимог навчально-виробничих польових експериментів БНАУ. У структуру факторної моделі включали два сорти пшениці м'якої ярої: Елегія миронівська та Сімкода миронівська, оригінатором яких є Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН; вони становили фактор А. Фактор В передбачав використання різних фунгіцидів і їхню комбінацію з мікродобривами, тоді як фактор С визначав строки внесення робочих розчинів – у фазу кущіння та у фазу прапорцевого листка. Для кожного сорту формували ідентичний набір варіантів обробки, що дозволяло здійснити коректне порівняння реакції генотипів на ті самі технологічні впливи.

У фазу кущіння передбачали п'ять схем обробки: контроль без застосування препаратів, використання фунгіциду Протіоро, КС, використання Флутривіт, внесення Протіоро, КС в поєднанні з добривом, а також застосування Флутривіт в поєднанні з добривом. У фазу прапорцевого листка рослини обробляли чотирма варіантами: Протіоро, КС, Флутривіт, Протіоро, КС з добривом та Флутривіт з добривом. Як мікродобрива застосовували комплексне добриво Нутрівант, що забезпечувало оптимізацію мінерального живлення на фоні фунгіцидних обробок і дозволяло оцінити їхній комбінований ефект.

Загалом для кожного сорту формували дев'ять варіантів поєднання факторів у двох строках внесення, що в сукупності становило вісімнадцять варіантів досліду. Кожен із них закладали у триразовому повторенні. Розміщення варіантів здійснювали рендомізовано. Усі агротехнічні заходи з вирощування пшениці ярої проводили відповідно до загальноприйнятих нормативів для зони Лісостепу, за винятком технологічних елементів, які становили предмет дослідження.

Польові спостереження проводили відповідно до методичних рекомендацій Українського інституту експертизи сортів рослин і протоколів ЕРРО з урахуванням трифакторної схеми досліду. Облік ростових процесів виконували протягом основних фаз органогенезу для двох сортів пшениці м'якої ярої (Елегія миронівська і Сімкода миронівська) із фіксацією динаміки накопичення біомаси, стану листкового апарату та проявів стресу за різних комбінацій фунгіцидних обробок і внесення мікродобрив у фазу кущіння та прапорцевого листка.

Фітосанітарний моніторинг проводили систематично, визначаючи ураження рослин борошнистою росою (*Blumeria graminis*), септоріозом (*Septoria tritici*) і бурою іржею (*Puccinia recondita*) за 9-бальною шкалою із окремою оцінкою

верхнього, середнього та нижнього ярусів. Обробки виконували відповідно до варіантів досліду із застосуванням фунгіцидів Протіоро, КС (0,5 л/га) та Флутривіт (0,6 л/га), а також їхніх комбінацій із комплексним добривом Нутрівант (1,5 л/га). Робочі розчини вносили ранцевим і штанговим обприскувачами відповідно до регламентів у фазу кущіння (C_1) та прапорцевого листка (C_2).

Параметри продуктивності визначали на основі густоти стеблостою, маси сирої і сухої біомаси у визначені календарні строки, структури колоса (кількість колосків і зерен), маси 1000 зерен та валового збору з облікових ділянок. Якісні характеристики зерна після збирання оцінювали шляхом визначення вмісту білка за допомогою ІЧ-спектроскопії, кількості та якості клейковини методом ВДК, а також встановлення показників натури та склоподібності згідно з чинними ДСТУ.

Збирання врожаю здійснювали малогабаритним дослідним комбайном у фазі повної стиглості з подальшим очищенням зерна та доведенням його вологості до стандартного рівня 14 %. Урожайність перераховували на абсолютно суху речовину для забезпечення порівнюваності варіантів.

Статистичну обробку результатів проводили з використанням одно- та багатофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) для оцінки впливу сортових особливостей, фунгіцидних схем і строків внесення. Окрім того, застосовували кореляційний і регресійний аналізи, а також багатовимірне моделювання для визначення комбінацій технологічних прийомів, що забезпечують максимальну врожайність і стабільні показники якості в умовах Правобережного Лісостепу.

Виклад основного матеріалу досліджень. Аналіз отриманих результатів показав, що продуктивність пшениці м'якої ярої суттєво залежить від сорту, застосованих технологічних прийомів (фунгіциди та мікродобрива) і строків їх внесення, а також від погодних умов у 2023 та 2024 роках. У 2023 році загальна врожайність була вищою порівняно з 2024 роком, що обумовлено більш рівномірним розподілом опадів і сприятливими температурами у фазу кущіння та прапорцевого листка.

Середня врожайність двох сортів пшениці за різними варіантами обробки у 2023 році коливалася від 3,05 ± 0,07 т/га до 3,85 ± 0,09 т/га, а у 2024 році – від 2,45 ± 0,06 т/га до 3,10 ± 0,08 т/га (табл. 1, рис. 1). Ці дані демонструють, що застосування фунгіцидів у поєднанні з мікродобривами забезпечує стабільне підвищення продуктивності незалежно від гідротермічного режиму року.

Таблиця 1

Врожайність ярої пшениці залежно від сорту та варіантів обробки, т/га (середнє ± SE)

Рік	Сорт	Контроль	Протіоро, КС	Флутривіт	Протіоро, КС + Нутрівант	Флутривіт + Нутрівант
2023	Елегія миронівська	3.05 ± 0.07	3.30 ± 0.08	3.35 ± 0.08	3.70 ± 0.09	3.85 ± 0.09
	Сімкода миронівська	3.15 ± 0.07	3.35 ± 0.08	3.40 ± 0.08	3.75 ± 0.09	3.80 ± 0.09
2024	Елегія миронівська	2.45 ± 0.06	2.65 ± 0.07	2.70 ± 0.07	3.00 ± 0.08	3.10 ± 0.08
	Сімкода миронівська	2.55 ± 0.06	2.70 ± 0.07	2.75 ± 0.07	3.05 ± 0.08	3.08 ± 0.08

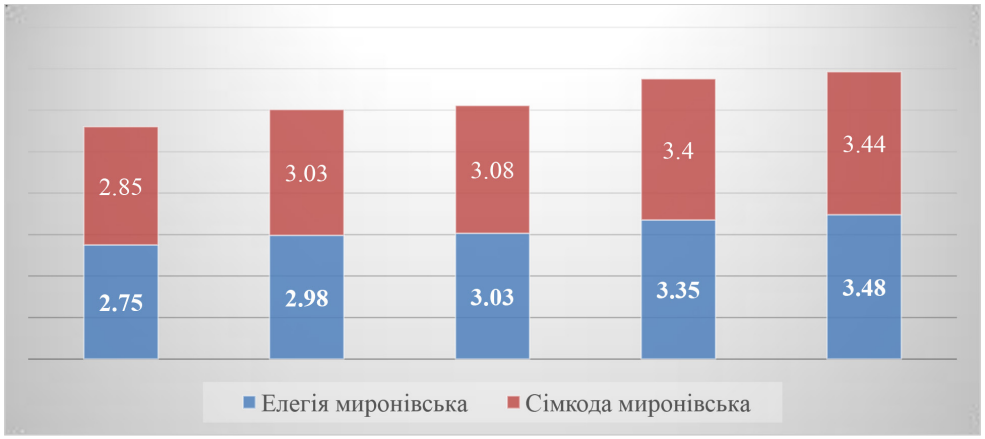


Рис. 1. Врожайність (т/га) за рівнями азотного живлення

Аналіз структури врожайності показав, що у посушливий 2024 рік зниження продуктивності відбулося головним чином за рахунок зменшення густоти продуктивних стебел і кількості зерен у колосі. Щільність продуктивних стебел у 2023 році становила 365 ± 12 шт./м^2, а у 2024 – 305 ± 13 шт./м^2, тоді як маса 1000 зерен знизилася з 41,0 ± 0,9 г до 36,8 ± 1,0 г (табл. 2, рис. 2).

Таблиця 2

Показники структури врожайності за сортами та роками (середнє ± SE)

Показник	2023	2024
Щільність продуктивних стебел, шт./м²	365 ± 12	305 ± 13
Кількість зерен у колосі, шт.	29.2 ± 0.6	25.0 ± 0.7
Маса 1000 зерен, г	41.0 ± 0.9	36.8 ± 1.0
Суха біомаса на момент цвітіння, т/га	6.95 ± 0.16	5.15 ± 0.18

Рис. 2. Маса 1000 зерен за сортами та роками

Фітосанітарний стан посівів залежав від погодних умов і варіантів обробки. У більш посушливий 2024 рік пошкодження борошнистою росою зросло до 9,6 ± 1,3 %, тоді як септоріоз листя був більш виражений у вологіший 2023 рік (11,5 ± 1,5 %). Застосування комбінацій фунгіциду з добривами суттєво знижувало ураження хворобами (табл. 3).

Таблиця 3

Фітосанітарний стан посівів (% ураження, середнє ± SE)

Рік	Борошниста роса	Септоріоз листя	Бура іржа
2023	6.2 ± 1.2	11.5 ± 1.5	5.0 ± 0.9
2024	9.6 ± 1.3	18.0 ± 1.8	7.2 ± 1.1

Якісні показники зерна демонстрували сезонні коливання: у 2024 році, незважаючи на нижчу врожайність, вміст білка збільшився з 12,3 ± 0,2 % до 13,5 ± 0,3 %, а сирої клейковини – з 25,0 ± 0,6 % до 27,2 ± 0,7 % (Таблиця 4).

Таблиця 4

Якісні показники зерна (середнє за сортами)

Рік	Білок, %	Сирий глютен, %	Натура, г/л	Склоподібність, %
2023	12.3 ± 0.2	25.0 ± 0.6	760 ± 5	42 ± 3
2024	13.5 ± 0.3	27.2 ± 0.7	748 ± 6	47 ± 4

Кореляційний аналіз показав сильну позитивну взаємозалежність між щільністю стебла і врожайністю (r = 0,72) та між масою 1000 зерен і врожайністю (r = 0,64). Негативна кореляція спостерігалася між вмістом білка та врожайністю (r = –0,57), що узгоджується з законом взаємного компромісу між продуктивністю і якістю зерна (табл. 5, рис. 3).

Таблиця 5

Основні кореляційні взаємозв'язки між показниками продуктивності та якістю зерна (2023–2024).

Параметри	*r*
Щільність стебел – врожайність	0.72
Маса 1000 зерен – врожайність	0.64
Вміст білка – врожайність	−0.57
Септоріоз листя – врожайність	−0.42
Рівень азоту – білок	0.65

Таким чином, результати дослідження демонструють комплексний вплив сорту, фунгіцидного захисту, мікродобрив і строків внесення на врожайність та якість зерна пшениці м'якої ярої. Найбільш ефективними виявилися комбінації фунгіциду з мікродобривами, що забезпечували стабільну продуктивність навіть у контрастні гідротермічні умови.

Результати нашого дослідження підтверджують, що продуктивність пшениці м'якої ярої суттєво залежить від сорту, застосованих технологічних прийомів (фунгіциди та добрива) і строків їх внесення, а також від погодних умов.

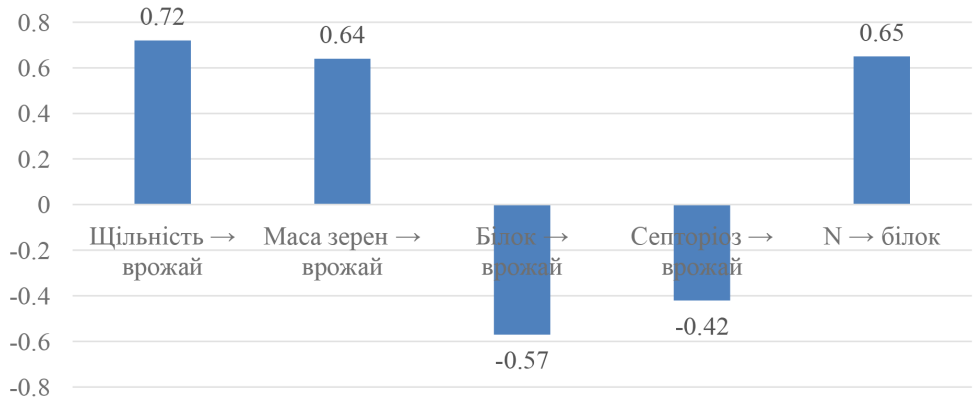


Рис. 3. Основні кореляційні взаємозв'язки

Спостережуване збільшення врожайності при використанні комбінованих обробок фунгіциду та добрива узгоджується з даними літератури, де показано, що розділене внесення азоту (N) й оптимізовані технологічні прийоми забезпечують високий баланс між врожайністю та вмістом білка в зерні [9, с. 1766; 10, с. 1058].

Наші спостереження за 2023 та 2024 роками свідчать, що сприятливі гідротермічні умови 2023 року забезпечили вищу врожайність (3,05–3,85 т/га) порівняно з посушливим 2024 роком (2,45–3,10 т/га), що відображає значний вплив кліматичних чинників на продуктивність сортів «Елегія миронівська» та «Сімкода миронівська». Аналогічно, дослідження Ву та ін. показали, що розділене внесення азоту дозволяє підвищити вміст білка в зерні без значних втрат врожайності [10, с. 1058], що частково пояснює збільшення білка в зерні у 2024 році (13,5 ± 0,3 %), незважаючи на нижчу продуктивність.

Вплив фунгіцидного захисту в поєднанні з мікродобривами був помітним: комбінації «Протіоро, КС + Нутрівант» та «Флутривіт + Нутрівант» стабільно підвищували врожайність обох сортів у всі роки досліджень. Це узгоджується з попередніми даними щодо інтегрованого захисту рослин, де високий рівень азоту разом із фунгіцидами компенсує негативний вплив хвороб на біомасу та врожайність [13, с. 5–7].

Аналіз структури врожайності показав, що зниження продуктивності у 2024 році було пов'язане головним чином зі зменшенням густоти продуктивних стебел (305 ± 13 шт./м²) і кількості зерен у колосі (25,0 ± 0,7 шт.). Кореляційний аналіз підтвердив сильну позитивну залежність між густотою стебел і врожайністю (r = 0,72) та масою 1000 зерен і врожайністю (r = 0,64), тоді як вміст білка негативно корелював із продуктивністю (r = –0,57), що відповідає класичному закону взаємного компромісу між врожайністю та якістю зерна [11, с. 128–132; 12, с. 27]. Попередніми дослідженнями сортів пшениці ярої у цих же агроекологічних умовах зазначено, що між ознаками продуктивності та якості суттєвих позитивних і негативних кореляцій не встановлено [13, с. 74].

Спостережувана взаємодія між захистом і живленням підтверджує важливість комплексного підходу, адже оптимальне поєднання фунгіциду та мікродобрив дозволяє підтримувати стабільну продуктивність навіть за контрастних гідротермічних умов. Подібні результати спостерігали Улла та ін., які показали, що багатократне внесення азоту покращує як врожайність, так і морфологічні параметри пшениці (кількість зерен, масу 1000 зерен) [15, с. 601].

Якісні показники зерна, включаючи вміст білка та сирого глютену, демонструють сезонні коливання. Зокрема, підвищення вмісту білка в посушливий 2024 рік підтверджує ефективність пізнього або розділеного внесення азоту для синтезу білка на пізніх стадіях розвитку [11, с. 1058; 12, с. 27]. Екологічно орієнтовані підходи також підкреслюють важливість адаптивного живлення, поєднуючи оптимальні норми азоту та фунгіцидний захист, що сприяє високій продуктивності й ефективному використанню азоту [17, с. 212].

Таким чином, нові результати демонструють комплексний вплив сорту, технологічних прийомів і гідротермічних умов на врожайність і якість зерна пшениці м'якої ярої. Найбільш ефективними виявились комбінації фунгіциду з добривами, що забезпечують стабільну продуктивність та якість зерна в умовах Правобережного Лісостепу України, підтверджуючи необхідність інтегрованого підходу до живлення та захисту рослин [18, с. 1811; 19, с. 108].

Висновки. Продуктивність та якість пшениці м'якої ярої суттєво залежать від сорту, застосованих технологічних прийомів (фунгіциди та мікродобрива), строків їх внесення та гідротермічних умов вегетації. Посушливий сезон 2024 року знизив врожайність порівняно зі сприятливим 2023 роком, але сприяв підвищенню вмісту білка та сирого глютену в зерні. Найбільш ефективними виявились комбінації фунгіциду з мікродобривами («Протіоро, КС + Нутрівант» та «Флутривіт + Нутрівант»), які забезпечували стабільну врожайність обох сортів незалежно від гідротермічного режиму. Ключовими морфологічними показниками, що визначають врожайність, є щільність продуктивних стебел і маса 1000 зерен, тоді як високий вміст білка та прояви септоріозу листя негативно впливають на продуктивність, що узгоджується з законом взаємного компромісу між врожайністю та якістю зерна. Використання сортів з адаптивними властивостями («Елегія миронівська» та «Сімкода миронівська») у поєднанні з інтегрованим фунгіцидним захистом та оптимізованим внесенням мікродобрив дозволяє забезпечити стабільні показники врожайності і покращену якість зерна навіть у контрастні вегетаційні періоди. Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування технологій вирощування м'якої ярої пшениці в Лісостепу України, сприяючи підвищенню економічної ефективності та стабільності виробництва.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо в довготривалому моніторингу ефективності комбінованих фунгіцидно-мікродобривних обробок, поглибленому вивченні фізіолого-біохімічних механізмів їхньої дії і розробці цифрових систем підтримки рішень для точного прогнозування оптимальних технологічних утручань в умовах змін клімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Демидов О., Хоменко С., Чугункова Т., Федоренко І. Урожайність та гомеостатичність колекційних зразків пшениці ярої. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 9 (97). С. 47–51. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201909-07 (дата звернення: 12.11.2025).

2. Прокопенко Р. А., Оничко В. І., Деркач Я. С., Бало В. П. Застосування регуляторів росту на посівах пшениці ярої. «*Гончарівські читання*» : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 94-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича (м. Суми, 25 травня 2023 р.). Суми, 2023. С. 120–121. URL: https://agro.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2023/11/%D0%93%D0%BE%D0%BD%D1%87%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96-%D1%87%D0%B

8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_2023.pdf#page=120 (дата звернення: 12.11.2025).

3. Каленська С. М., Антал Т. В., Максименко О. А. (2015). Вплив елементів технології вирощування на урожайність пшениці м'якої ярої в умовах північної частини Лісостепу України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2015. № 2 (50), Т. 1. С. 223–227. URL: http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/3428 (дата звернення: 12.11.2025).

4. Лозінський Б. М., Грабовський М. Б. Фітопатологічний стан посівів пшениці ярої залежно від застосування фунгіцидів. *Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садовопарковому господарстві* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Біла Церква, 02 жовтня 2025 р.). Біла Церква: БНАУ, 2025. С. 43–45. URL: https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/tezy/tezy_agro_02.10.2025.pdf#page=43 (дата звернення: 12.11.2025).

5. Лозінський Б. М., Грабовський М. Б. Вплив сортових особливостей на ефективність технології вирощування пшениці ярої. *Наукові пошуки молоді у XXI столітті* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції магістрантів і молодих дослідників (м. Біла Церква, 29 жовтня 2025). Біла Церква: БНАУ, 2025. URL: https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/konference/prog_agro_mag_29.10.25.pdf (дата звернення: 12.11.2025).

6. Лозінська Т. П., Федорук Ю. В. Біологічні особливості формування продуктивності пшениці ярої в умовах Лісостепу України. *II International Scientific and Practical Conference "Topical Issues of Science and Education"* : зб. матеріалів конференції. Warszawa, Poland: Sciece Revier, 2017. № 7, Т. 2. С. 3–9. URL: http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1877 (дата звернення: 12.11.2025).

7. FAO. Global Report on Food Crises 2023. FAO, 2023. URL: https://www.fao.org (дата звернення: 12.11.2025).

8. Banach J. K., Majewska K., Żuk-Gołaszewska K. Effect of cultivation system on quality changes in durum wheat grain and flour produced in North-Eastern Europe. *PLOS One*. 2021. Vol. 16. No. 1. Article e0236617. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236617 (дата звернення: 12.11.2025).

9. Split nitrogen application rates for wheat (*Triticum aestivum L.*) yield and grain N using the CSM-CERES-wheat model / G. R. Khan et al. *Agronomy*. 2022. Vol. 12. No. 8. Article 1766. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy12081766 (дата звернення: 12.11.2025).

10. Enhancing wheat yield and quality through late-season foliar nitrogen application: A global meta-analysis. W. Wu et al. *Agronomy*. 2025. Vol. 15. No. 5. Article 1058. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy15051058 (дата звернення: 12.11.2025).

11. Global evaluation of key factors influencing nitrogen fertilization efficiency in wheat: a recent meta-analysis (2000-2022) / S. Yokamo et al. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14. Article 1272098. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1272098 (дата звернення: 12.11.2025).

12. Split nitrogen fertilizer application improved grain yield in winter wheat (*Triticum aestivum L.*) via modulating antioxidant capacity and ^{13}C photosynthate mobilization under water-saving irrigation conditions / Z. Zhang et al. *Ecological Processes*. 2021. Vol. 10. No. 1. Article 21. DOI: https://doi.org/10.1186/s13717-021-00290-9 (дата звернення: 12.11.2025).

13. Лозінська Т. П. Шевчук А. В. Урожайність та якість сортів пшениці м'якої ярої в умовах дослідного поля Білоцерківського НАУ. *ЛОГОΣ. Мистецтво наукової думки*. 2019. № 2. С. 73–75. URL: http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/3294 (дата звернення: 12.11.2025).

14. Effect of split application of different N rates on productivity and nitrogen use efficiency of bread wheat (*Triticum aestivum L.*) / F. Belete et al. *Agriculture & Food Security*. 2018. Vol. 7. No. 1. Article 92. DOI: https://doi.org/10.1186/s40066-018-0242-9 (дата звернення: 12.11.2025).

15. Effect of different nitrogen levels on growth, yield and yield contributing attributes of wheat / I. Ullah et al. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2018. Vol. 9. No. 9. P. 595–602. URL: https://www.researchgate.net/publication/327816379_Effect_of_Different_Nitrogen_Levels_on_Growth_Yield_and_Yield_Contributing_Attributes_of_Wheat (дата звернення: 12.11.2025).

16. Planting pattern and nitrogen management strategies: positive effect on yield and quality attributes of *Triticum aestivum L*. crop / M. F. Azam et al. *BMC Plant Biology*. 2024. Vol. 24. No. 1. Article 845. DOI: https://doi.org/10.1186/s12870-024-05537-z (дата звернення: 12.11.2025).

17. Schierenbeck M., Fleitas M. C., Simón M. R. The interaction of fungicide and nitrogen for aboveground biomass from flag leaf emergence and grain yield generation under tan spot infection in wheat. *Plants*. 2023. Vol. 12. No. 1. Article 212. DOI: https://doi.org/10.3390/plants12010212 (дата звернення: 12.11.2025).

18. Split application of nitrogen fertilizer for optimum yield of durum wheat (*Triticum Turgidum L*. var. durum) at Central Ethiopia / A. M. Gezahegn et al. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2022. Vol. 53. No. 14. P. 1809–1822. DOI: https://doi.org/10.1080/00103624.2022.2063325 (дата звернення: 12.11.2025).

19. Optimal nitrogen management to achieve high wheat grain yield, grain protein content, and water productivity: A meta-analysis / Y. Wang et al. *Agricultural Water Management*. 2023. Vol. 290. Article 108587. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108587 (дата звернення: 12.11.2025).

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 631.559+664.64.016:633.15]:631.816
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.3

УРОЖАЙНІСТЬ І ВМІСТ БІЛКА В ЗЕРНІ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ УДОБРЕННЯ

Любич В. В. *– д.с.-г.н.,*
професор кафедри харчових технологій,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0003-4100-9063
Сутик О. В. *– аспірант кафедри агрохімії і ґрунтознавства,*
Уманський національний університет
orcid.org/0009-0008-1572-6329

Урожайність зерна кукурудзи найбільше збільшувалась від застосування повного мінерального добрива. Так, у середньому за три роки досліджень урожайність підвищувалась від 11,60 до 14,30–15,83 т/га без позакореневого підживлення або на 26–36 %. При цьому на фосфорно-калійній системі врожайність збільшувалась до 14,04 т/га або на 4 % порівняно з контролем. Застосування повного мінерального добрива збільшувало врожайність на 1–5 % порівняно з азотними системами удобрення.

Застосування препарату Brexil Mix одноразово та дворазово достовірно не збільшувало врожайності зерна кукурудзи. Так, урожайність збільшувалась до 11,75–16,10 т/га залежно від варіанту досліду або на 1–2 % порівняно з ділянками без позакореневого підживлення. При цьому описана тенденція зберігалась упродовж років проведення досліджень.

Урожайність змінювалась залежно від року проведення досліджень. так, у 2023 і 2025 рр. цей показник був найвищим – 12,21–16,44 т/га залежно від варіанту досліду. У 2024 р. врожайність була в межах 9,78–14,83 т/га. При цьому описана тенденція впливу удобрення на врожайність зерна була подібною.

Вміст білка в зерні найбільше зростав від застосування азотних добрив. Так, вміст білка зростав від 6,7 до 8,2–9,0 % за внесення повного мінерального добрива. При цьому на фосфорно-калійній системі вміст білка був на рівні 6,5 %. Вміст білка коливався за роки проведення досліджень. У 2024 р. цей показник змінювався від 6,3 до 10,2 %, у 2023 р. – від 7,4 до 9,4, а в 2025 р. – від 6,5 до 7,5 % залежно від варіанту досліду.

Необхідно відзначити, що позакореневі підживлення препаратом Brexil Mix не впливали на вміст білка в зерні кукурудзи упродовж усіх років досліджень.

Внесення повного мінерального добрива значно збільшувало збір білка з урожаю зерна кукурудзи. Азотні системи удобрення забезпечували збільшення збору білка від 784 до 1180–1339 кг/га або на 50–71 %. Внесення повного мінерального добрива збільшувало збір білка до1274–1423 кг/га або на 63–82 % порівняно з контролем, або на 6–8 % порівняно з азотними системами. Найменше на збір білка впливало застосування фосфорних і калійних добрив. Збір білка в 2023 і 2024 рр. був більшим порівняно з 2025 р. Застосування препарату Brexil Mix найменше впливало на збільшення збору білка.

Ключові слова: *кукурудза, удобрення, урожайність, вміст білка, позакореневе підживлення.*

Liubych V. V., Sutyk O. V. Yield and protein content in corn grain under different fertilization methods

The yield of corn grain increased the most from the use of complete mineral fertilizer. Thus, on average over three years of research, the yield increased from 11.60 to 14.30–15.83 t/ha without foliar feeding or by 26–36 %. At the same time, the yield in the phosphorus-potassium system increased to 14.04 t/ha or by 4 % compared to the control. The use of complete mineral fertilizer increased the yield by 1–5 % compared to nitrogen fertilization systems.

© Любич В. В., Сутик О. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

The use of the drug Brexil Mix once and twice did not significantly increase the yield of corn grain. Thus, the yield increased to 11.75–16.10 t/ha depending on the experiment variant or by 1–2 % compared to areas without foliar feeding. At the same time, the described trend persisted throughout the years of research.

The yield varied depending on the year of research. Thus, in 2023 and 2025, this indicator was the highest – 12.21–16.44 t/ha, depending on the experiment variant. In 2024, the yield was within 9.78–14.83 t/ha. At the same time, the described trend of the effect of fertilizer on grain yield was similar.

The protein content in grain increased most from the application of nitrogen fertilizers. Thus, the protein content increased from 6.7 to 8.2–9.0 % with the application of complete mineral fertilizer. At the same time, the protein content in the phosphorus-potassium system was at the level of 6.5 %. The protein content fluctuated over the years of research. In 2024, this indicator varied from 6.3 to 10.2 %, in 2023 – from 7.4 to 9.4, and in 2025 – from 6.5 to 7.5 %, depending on the experimental variant.

It should be noted that foliar feeding with the Brexil Mix preparation did not affect the protein content in corn grain during all years of research.

The application of complete mineral fertilizer significantly increased the protein yield from the corn grain harvest. Nitrogen fertilization systems provided an increase in protein yield from 784 to 1180–1339 kg/ha or by 50–71 %. The application of complete mineral fertilizer increased protein yield to 1274–1423 kg/ha or by 63–82 % compared to the control, or by 6–8 % compared to nitrogen systems. The application of phosphorus and potassium fertilizers had the least effect on protein yield. Protein harvest in 2023 and 2024 was higher compared to 2025. The use of Brexil Mix had the least effect on increasing protein harvest.

Key words: *corn, fertilizer, yield, protein content, foliar feeding.*

Актуальність теми дослідження. Надмірне удобрення призводить до надлишку поживних речовин, зниження ефективності використання добрив і погіршення родючості та продуктивності ґрунту, що потенційно негативно впливає на якість врожаю [1]. Крім того, тривале внесення добрив часто призводить до підкислення ґрунту, зниження частки і вмісту органічного вуглецю в великих агрегатах ґрунту, збільшення викидів парникових газів і забруднення води, що створює зростаючі екологічні ризики [2]. Неправильне внесення добрив також може негативно вплинути на поживну якість сільськогосподарських культур, що відображається у зниженні концентрації білка та незбалансованому профілі амінокислот, що вимагає додавання до раціону [3].

Постановка проблеми. Хоча азотні добрива можуть підвищити врожайність, було показано, що надмірне внесення азоту перешкоджає накопиченню незамінних амінокислот у зерні [4]. Польові випробування на різних генотипах та в різних середовищах показали, що внесення фосфору суттєво не впливає на склад жирних кислот або вміст токоферолу в зернах кукурудзи [5]. Натомість було виявлено, що внесення калію знижує вміст білка, одночасно збільшуючи концентрацію олії в насінні сої [6].

Незбалансоване або надмірне внесення добрив може погіршити якість врожаю, тоді як відповідні стратегії удобрення можуть покращити поживну цінність кукурудзи [7]. Як вирішальний компонент у виробництві кукурудзи, хімічні добрива історично відігравали центральну роль у підвищенні врожайності. Однак, зростаючі негативні наслідки їх неправильного застосування більше не можна ігнорувати [8]. Оптимізація управління поживними речовинами для підтримки високої врожайності та одночасного покращення якості врожаю є важливою для досягнення високоякісного виробництва кукурудзи [9].

Хоча численні дослідження досліджували взаємозв'язок між удобренням і врожайністю та якістю кукурудзи, більшість з них базуються на окремих польових експериментах, які, як правило, відображають лише локалізовані закономірності та результати [10].

Враховуючи величезну протяжність основних районів виробництва кукурудзи існує значна мінливість природних умов. Таким чином, результатів випробувань в одному місці недостатньо для узагальнення ефектів удобрення в регіональному масштабі, а комплексні дослідження, що розглядають загальний взаємозв'язок між удобренням, врожайністю та якістю в цьому регіоні, залишаються обмеженими [11].

Було проведено численні дослідження щодо удобрення. Наприклад, вчені продемонстрували, що внесення азоту позитивно впливає на врожайність сільськогосподарських культур і потенціал глобального потепління, водночас збільшуючи викиди парникових газів [12]. Інші вчені [13] повідомили, що внесення азоту в кількості 215 кг/га було найефективнішим для підвищення як врожайності, так й ефективності використання води [14]. Однак, мало досліджень систематично оцінювали синергетичний ефект удобрення, а саме одночасне покращення як врожайності кукурудзи, так і якості зерна, в різних екологічних та управлінських умовах.

Методика досліджень. Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у стаціонарному польовому досліді з географічними координатами за Гринвічем 48°46' північної широти і 30°14' східної довготи, закладеному у 2011 році на дослідному полі Уманського національного університету упродовж 2023–2025 рр. Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення досліду триразове. Площа облікової ділянки 25 м^2. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений, pH_{KCl} – 5,7.

Схема застосування добрив у польовій сівозміні під кукурудзу (гібрид ДКС 4014 (ФАО 310) (Байєр)) включала такі варіанти: без добрив (контроль), N_{80}, N_{160}, $P_{60}K_{110}$, $N_{150}K_{80}$, $N_{150}P_{60}$, $N_{80}P_{30}K_{55}$, $N_{150}P_{60}K_{110}$. Відповідно до схеми досліду фосфорні та калійні добрива вносяться під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивацію. Нетоварна частина врожаю культур сівозміни (солома, стебелиння) залишається на полі на добриво.

Добриво для позакореневого підживлення Brexil Mix (Valagro) застосовували у фазу ВВСН 15–16 і дворазово в фазах ВВСН 15–16 та ВВСН 30–31. Норма витрати робочого розчину 300 л/га.

Закладання польових дослідів, проведення спостережень і досліджень проводили у відповідності з рекомендаціями, методичними вказівками і довідниками останніх років. Агротехніка вирощування кукурудзи загальноприйнята для умов Правобережного Лісостепу України. Урожайність зерна визначали методом прямого комбайнування з кожної ділянки окремо. Вміст білка в зерні визначали методом інфрачервоної спектроскопії за ДСТУ 4117:2007.

Статистичне оброблення цифрового матеріалу здійснювали методом польового двофакторного дисперсійного аналізу польового досліду. Оброблення даних також проводили за використання спеціалізованого програмного забезпечення стандартних програм Excel (Microsoft, USA).

Результати досліджень. Урожайність зерна кукурудзи найбільше збільшувалась від застосування повного мінерального добрива (табл. 1). Так, у середньому за три роки досліджень урожайність підвищувалась від 11,60 до 14,30–15,83 т/га без позакореневого підживлення або на 26–36 %. При цьому на фосфорно-калійній системі врожайність збільшувалась до 14,04 т/га або на 4 % порівняно

з контролем. Застосування повного мінерального добрива збільшувало врожайність на 1–5 % порівняно з азотними системами удобрення.

Урожайність змінювалась залежно від року проведення досліджень. так, у 2023 і 2025 рр. цей показник був найвищим – 12,21–16,44 т/га залежно від варіанту досліду. У 2024 р. врожайність була в межах 9,78–14,83 т/га. При цьому описана тенденція впливу удобрення на врожайність зерна була подібною.

Таблиця 1

Урожайність зерна кукурудзи за різних способів удобрення, т/га

Варіант досліду (чинник А)		Рік проведення досліджень			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення					
Без добрив (контроль)		12,21	9,78	12,81	11,60
N_{80}		15,31	13,45	14,14	14,30
N_{160}		16,02	14,67	16,30	15,66
$P_{60}K_{110}$		13,09	10,13	12,90	12,04
$N_{80}P_{30}K_{55}$		15,81	14,11	15,21	15,04
$N_{160}P_{60}K_{110}$		16,22	14,83	16,44	15,83
Brexil Mix 1,5 л/га					
Без добрив (контроль)		12,32	9,99	12,93	11,75
N_{80}		15,51	13,74	14,31	14,52
N_{160}		16,23	15,01	16,51	15,92
$P_{60}K_{110}$		13,19	10,35	13,02	12,19
$N_{80}P_{30}K_{55}$		16,04	14,41	15,41	15,29
$N_{160}P_{60}K_{110}$		16,46	15,18	16,65	16,10
Brexil Mix 1,5+1,5 л/га					
Без добрив (контроль)		12,32	10,00	12,92	11,75
N_{80}		15,51	13,74	14,32	14,52
N_{160}		16,22	15,02	16,52	15,92
$P_{60}K_{110}$		13,21	10,34	13,01	12,19
$N_{80}P_{30}K_{55}$		16,03	14,41	15,42	15,29
$N_{160}P_{60}K_{110}$		16,45	15,17	16,66	16,09
HIP_{05}	A	0,41	0,37	0,42	–
	B	0,22	0,19	0,23	–

Застосування препарату Brexil Mix одноразово та дворазово достовірно не збільшувало врожайності зерна кукурудзи. Так, урожайність збільшувалась до 11,75–16,10 т/га залежно від варіанту досліду або на 1–2 % порівняно з ділянками без позакореневого підживлення. При цьому описана тенденція зберігалась упродовж років проведення досліджень.

Вміст білка в зерні найбільше зростав від застосування азотних добрив (табл. 2). Так, вміст білка зростав від 6,7 до 8,2–9,0 % за внесення повного мінерального добрива. При цьому на фосфорно-калійній системі вміст білка був на рівні 6,5 %. Вміст білка коливався за роки проведення досліджень. У 2024 р. цей

показник змінювався від 6,3 до 10,2 %, у 2023 р. – від 7,4 до 9,4, а в 2025 р. – від 6,5 до 7,5 % залежно від варіанту досліду.

Необхідно відзначити, що позакореневі підживлення препаратом Brexil Mix не впливали на вміст білка в зерні кукурудзи упродовж усіх років досліджень.

Таблиця 2

Вміст білка в зерні кукурудзи за різних способів удобрення, %

Варіант досліду (чинник А)		Рік проведення досліджень			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення					
Без добрив (контроль)		7,4	6,3	6,5	6,7
N_{80}		9,1	8,5	7,1	8,2
N_{160}		9,3	9,0	7,4	8,6
$P_{60}K_{110}$		7,5	6,1	6,0	6,5
$N_{80}P_{30}K_{55}$		9,2	8,9	7,3	8,5
$N_{160}P_{60}K_{110}$		9,4	10,2	7,5	9,0
Brexil Mix 1,5 л/га					
Без добрив (контроль)		7,4	6,1	6,4	6,6
N_{80}		9,1	8,2	7,2	8,2
N_{160}		9,4	8,5	7,4	8,4
$P_{60}K_{110}$		7,4	6,0	6,2	6,5
$N_{80}P_{30}K_{55}$		9,2	8,5	7,4	8,4
$N_{160}P_{60}K_{110}$		9,3	9,8	7,5	8,9
Brexil Mix 1,5+1,5 л/га					
Без добрив (контроль)		7,5	6,1	6,5	6,7
N_{80}		9,2	8,1	7,2	8,2
N_{160}		9,4	8,4	7,3	8,4
$P_{60}K_{110}$		7,4	6,1	6,3	6,6
$N_{80}P_{30}K_{55}$		9,3	8,6	7,3	8,4
$N_{160}P_{60}K_{110}$		9,4	9,9	7,4	8,9
HIP_{05}	A	0,3	0,2	0,3	–
	B	0,2	0,1	0,2	–

Внесення повного мінерального добрива значно збільшувало збір білка з урожаю зерна кукурудзи (табл. 3). Азотні системи удобрення забезпечували збільшення збору білка від 784 до 1180–1339 кг/га або на 50–71 %. Внесення повного мінерального добрива збільшувало збір білка до1274–1423 кг/га або на 63–82 % порівняно з контролем, або на 6–8 % порівняно з азотними системами. Найменше на збір білка впливало застосування фосфорних і калійних добрив.

Збір білка в 2023 і 2024 рр. був більшим порівняно з 2025 р. Застосування препарату Brexil Mix найменше впливало на збільшення збору білка.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Урожайність зерна кукурудзи найбільше збільшувалась від застосування повного мінерального добрива. Так, у середньому за три роки досліджень урожайність підвищувалась від 11,60

Таблиця 3

Збір білка з урожаю зерна кукурудзи за різних способів удобрення, кг/га

Варіант досліду (чинник А)	Рік проведення досліджень			Середнє за три роки
	2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення				
Без добрив (контроль)	904	616	833	784
N_{80}	1393	1143	1004	1180
N_{160}	1490	1320	1206	1339
$P_{60}K_{110}$	982	618	774	791
$N_{80}P_{30}K_{55}$	1455	1256	1110	1274
$N_{160}P_{60}K_{110}$	1525	1513	1233	1423
Brexil Mix 1,5 л/га				
Без добрив (контроль)	912	609	828	783
N_{80}	1411	1127	1030	1189
N_{160}	1526	1276	1222	1341
$P_{60}K_{110}$	976	621	807	801
$N_{80}P_{30}K_{55}$	1476	1225	1140	1280
$N_{160}P_{60}K_{110}$	1531	1488	1249	1422
Brexil Mix 1,5 + 1,5 л/га				
Без добрив (контроль)	924	610	840	791
N_{80}	1427	1113	1031	1190
N_{160}	1525	1262	1206	1331
$P_{60}K_{110}$	978	631	820	809
$N_{80}P_{30}K_{55}$	1491	1239	1126	1285
$N_{160}P_{60}K_{110}$	1546	1502	1233	1427

до 14,30–15,83 т/га без позакореневого підживлення або на 26–36 %. При цьому на фосфорно-калійній системі врожайність збільшувалась до 14,04 т/га або на 4 % порівняно з контролем. Застосування повного мінерального добрива збільшувало врожайність на 1–5 % порівняно з азотними системами удобрення.

Застосування препарату Brexil Mix одноразово та дворазово достовірно не збільшувало врожайності зерна кукурудзи. Так, урожайність збільшувалась до 11,75–16,10 т/га залежно від варіанту досліду або на 1–2 % порівняно з ділянками без позакореневого підживлення. При цьому описана тенденція зберігалась упродовж років проведення досліджень.

Вміст білка в зерні найбільше зростав від застосування азотних добрив. Так, вміст білка зростав від 6,7 до 8,2–9,0 % за внесення повного мінерального добрива. При цьому на фосфорно-калійній системі вміст білка був на рівні 6,5 %. Вміст білка коливався за роки проведення досліджень. У 2024 р. цей показник змінювався від 6,3 до 10,2 %, у 2023 р. – від 7,4 до 9,4, а в 2025 р. – від 6,5 до 7,5 % залежно від варіанту досліду.

Необхідно відзначити, що позакореневі підживлення препаратом Brexil Mix не впливали на вміст білка в зерні кукурудзи упродовж усіх років досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Любич В. В. Формування продуктивності різних гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 97. С. 32–44.

2. Kushwah N., Billore V., Sharma O. P., Singh D., Chauhan A.P.S. Integrated Nutrient management for optimal plant health and crop yield. *Plant Sci. Archit*. 2024. Vol. 8. P. 10–12.

3. Любич В. В. Технологічні параметри формування якості зерна різних сортів пшениці м'якої озимої. *Збірник Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 162–178.

4. Любич В. В. Формування продуктивності пшениці м'якої озимої залежно від застосування регуляторів росту. *Новітні агротехнології*. 2022. Т. 10, № 1. https://doi.org/10.47414/na.10.1.2022.264385

5. Zhang F., Shen J., Zhang J., Zuo Y., Li L., Chen X. Rhizosphere processes and management for improving nutrient use efficiency and crop productivity: Implications for China. *Adv. Agron*. 2010. Vol. 107. P. 1–32.

6. Shi T. S., Collins S. L., Yu K., Peñuelas J., Sardans J., Li H., Ye J. S. A global meta-analysis on the effects of organic and inorganic fertilization on grasslands and croplands. *Nat. Commun*. 2024. Vol. 15. 3411.

7. Young M. D., Ros G. H., de Vries W. Impacts of agronomic measures on crop soil and environmental indicators: A review and synthesis of meta-analysis. *Agric. Ecosyst. Environ*. 2021. Vol. 319. 107551.

8. Любич В. В., Стратуца Я. С. Урожайність та якість зерна тритикале озимого за різних видів і доз добрив. *Збірник Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 554–553.

9. Wang Y., Wu P., Mei F., Ling Y., Qiao Y., Liu C., Leghari S. J., Guang X., Wang T. Does continuous straw returning keep China farmland soil organic carbon continued increase? A meta-analysis. *J. Environ. Manag*. 2021. Vol. 288. 112391.

10. Любич В. В., Моргун А. В. Агробіологічні параметри різних культиварів сорго цукрового за різних технологічних заходів. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 139. С. 127–134.

11. Li Y., Chen J., Drury C. F., Liebig M., Johnson J. M., Wang Z., Feng H., Abalos D. The role of conservation agriculture practices in mitigating N_2O emissions: A meta-analysis. Agron. *Sustain. Dev*. 2023. Vol. 43. 63.

12. Господаренко Г. М., Любич В. В., Бурляй О. Л., Притуляк Р. М. Агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого за різних доз азотних добрив і їх поєднання з іншими видами мінеральних добрив. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 18–22.

13. Guo C., Liu X., He X. A global meta-analysis of crop yield and agricultural greenhouse gas emissions under nitrogen fertilizer application. *Sci. Total Environ*. 2022. Vol. 831. 154982.

14. Zhang L., Meng F., Zhang X., Gao Q., Yan L. Optimum management strategy for improving maize water productivity and partial factor productivity for nitrogen in China: A meta-analysis. *Agric. Water Manag*. 2024. Vol. 303. 109043.

Дата першого надходження статті до видання: 22.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.161: 631.8
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.4

ВПЛИВ ПРИПОСІВНОГО ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ БІОЧАРУ, САПРОПЕЛЮ І БІОГУМУСУ НА ТРИВАЛІСТЬ ФАЗ ВЕГЕТАЦІЇ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Макарчук Б. М. *– с.н.с.,*
Український інститут експертизи сортів рослин
orcid.org/0009-0003-4957-8399
Герасько Т. В. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри рослинництва та садівництва імені професора В. В. Калитки,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
orcid.org/0000-0002-1331-4397

Польові дослідження проводилися упродовж 2023–2025 років на базі Київської спеціалізованої філії Українського інституту експертизи сортів рослин, розташованої у Білоцерківському районі Київської області. Випробування стосувалися вирощування ячменю ярого (Hordeum vulgare L.) за органічною технологією, у сівозміні з попередником – конюшиною лучною (Trifolium pratense). Під час посіву ячменю вносили органічні меліоранти (біочар, сапропель і біогумус) у дозі 100 кг/га із використанням сівалки. Локальне припосівне внесення біочару, сапропелю та біогумусу скорочувало період від висівання до повних сходів на 1–4 доби в порівнянні з ділянками, де ці органічні добрива не застосовувалися. Загальна тривалість вегетаційного періоду (від появи сходів до воскової стиглості) зменшувалася на 1–2 доби при використанні біогумусу та на 1 добу за припосівного внесення сапропелю (відповідно протягом усіх трьох років та двох років досліджень – 2023 і 2024). Водночас внесення біочару не справляло істотного впливу на тривалість вегетації ячменю ярого.

Тривалість міжфазного періоду від сівби до сходів показала сильну негативну кореляцію з урожайністю ячменю ярого (r = –0,86). Період від сходів до кущіння виявив середню негативну кореляцію з урожайністю рослин (r = –0,34). Водночас тривалість міжфазних періодів кущіння-трубкування (r = 0,37), трубкування-колосіння (r = 0,56) та колосіння-воскова стиглість (r = 0,87) характеризувалася, відповідно, середньою та сильною позитивною кореляцією з урожайністю ячменю ярого в умовах дослідження. Загальна тривалість вегетації від сходів до воскової стиглості мала слабку позитивну кореляцію з урожайністю досліджуваних сортів ячменю в період 2023–2025 років (r = 0,25). Результати даного дослідження свідчать про те, що прискорення розвитку ячменю ярого під впливом припосівного внесення біогумусу, сапропелю та біочару переважно відбувається у фазах від сівби до сходів і від сходів до кущіння. Зокрема, помітно, що пришвидшення появи сходів внаслідок локального внесення зазначених матеріалів значно позитивно корелює з урожайністю ячменю ярого.

Ключові слова: *ячмінь ярий, біочар, спропель, біогумус, припосівне рядкове внесення добрив.*

Makarchuk B. M., Gerasko T. V. The influence of sowing local application of biochar, sapropel and biohumus on the duration of vegetation phases of spring barley under organic growing technology in the forest-step of Ukraine

Field studies were conducted during 2023–2025 at the Kyiv Specialized Branch of the Ukrainian Institute of Plant Variety Examination, located in the Bila Tserkva district of the Kyiv region. The tests concerned the cultivation of spring barley (Hordeum vulgare L.) using organic technology, in crop rotation with a predecessor – meadow clover (Trifolium pratense). During barley sowing, organic ameliorants (biochar, sapropel and biohumus) were applied at a dose of

© Макарчук Б. М., Герасько Т. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

100 kg/ha using a seeder. Local sowing application of biochar, sapropel and biohumus reduced the period from sowing to full germination by 1–4 days compared to areas where these organic fertilizers were not applied. The total duration of the growing season (from emergence to wax ripeness) was reduced by 1–2 days when using biohumus and by 1 day when applying sapropel at sowing (respectively, during all three years and two years of research – 2023 and 2024). At the same time, the application of biochar did not have a significant effect on the duration of the growing season of spring barley. The duration of the interphase period from sowing to emergence showed a strong negative correlation with the yield of spring barley (r = –0.86). The period from emergence to tillering showed an average negative correlation with the yield of plants (r = –0.34). At the same time, the duration of the interphase periods tillering-tubing (r = 0.37), tufting-heading (r = 0.56) and earing-wax ripeness (r = 0.87) was characterized, respectively, by a medium and strong positive correlation with the yield of spring barley under the conditions of the study. The total duration of the vegetation period from germination to wax ripeness had a weak positive correlation with the yield of the studied barley varieties in the period 2023–2025 (r = 0.25). The results of this study indicate that the acceleration of spring barley development under the influence of the sowing application of biohumus, sapropel and biochar mainly occurs in the phases from sowing to germination and from germination to tillering. In particular, it is noticeable that the acceleration of the emergence of seedlings due to the local application of these materials is significantly positively correlated with the yield of spring barley.

Key words: *spring barley, biochar, sapropel, biohumus, sowing row application of fertilizers.*

Постановка проблеми. Очікується, що до 2050 року населення світу зросте майже до 10 мільярдів [1, с. 131–155]. Відповідно, разом із зростанням світового населення, буде зростати і попит на продукти харчування. Однак зміна клімату (очікується, що температура зросте на 1,5–1,7 °С протягом наступних 25 років [2] становить значну загрозу для зростання виробництва продуктів харчування. Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare L.*) є однією з найбільш пластичних зернових культур, пристосованих до екстремальних погодних явищ [3, с. 84–97]. Тому у багатьох країнах Африки і Азії він є єдиною зерновою культурою, яка там вирощується [4]. Тому важливим є вдосконалення технології вирощування ячменю ярого, наприклад, через оптимізацію норм і способів застосування органічних добрив. Відмо, що тривалість фаз вегетації має істотний вплив на врожайність зернових культур [5, с. 11–17]. Проте досі не з'ясовано, як впливає на тривалість фаз вегетації ячменю ярого припосівне локальне внесення таких органічних добрив, як біочар, сапропель і біогумус.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями В. М. Гудзенко і С. П. Васильківського щодо впливу гідротермічних умов на тривалість вегетації і врожайність ячменю ярого у Центральному Лісостепу України [5, с. 11–17] встановлено, що тривалість міжфазних періодів вегетації негативно корелює із підвищенням середньодобової температури повітря і позитивно корелює з кількістю опадів (за винятком періоду колосіння-дозрівання, на тривалість якого впливає лише температурний режим). При чому було доведено, що урожайність ячменю ярого позитивно корелює з тривалістю періоду від сходів до дозрівання; особливо – з тривалістю періоду від колосіння до дозрівання.

Дослідженнями А. В. Панфіловой і А. М. Могильницької [6, с. 161–163] встановлено, що між погодно-кліматичні умовами у періоди «сходи-кущіння», «кущіння-вихід» і «колосіння – повна стиглість» та врожайністю ячменю ярого існує сильний кореляційний зв'язок. Погодні умови періоду «вихід рослин у трубку – колосіння» мають помірний та сильний кореляційний зв'язок з урожайністю ячменю ярого. При чому, підвищення температури повітря має сильний від'ємний, а кількість опадів – сильний додатний кореляційний зв'язок з урожайністю ячменю ярого.

Відомо, що період сходи-колосіння є дуже важливим для формування урожаю ячменю ярого. Так, у період від фази сходів до фази трубкування, окрім утворенням бічних пагонів і формування вторинної кореневої системи, закладаються колоскові горбики. Однак, за водоспоживанням найбільш критичним для формування урожаю ячменю ярого є період від фази трубкування до фази колосіння [7, с. 40–52].

У науковій літературі широко описані рістстимулюючі властивості біогумусу (насамперед, як джерела гумінових речовин, фітогормонів, мікробного інокулянту) [8, с. 21–36], біочару (насамперед, як детоксиканта ґрунту і сприятливого середовища для розвитку корисних мікробів) [9], сапропелю (як джерела гумінових речовин, вітамінів, фітогормонів) [10, с. 44–51]. Біочар, сапропель і біогумус здатні прискорювати проростання і розвиток рослин, сприяючи при цьому збільшенню урожайності [11, с. 183–189].

Проте, на сьогодні ще не досліджено вплив локального передпосівного внесення біочару, сапропелю і буогумусу на тривалість фаз вегетації ячменю ярого і кореляційний зв'язок тривалості певних міжфазних періодів з урожайністю ячменю ярого за органічної технології вирощування у Лісостепу України.

Мета даної роботи – встановлення впливу припосівного локального внесення біочару, сапропелю і біогумусу на тривалість фаз вегетації ячменю ярого і кореляції тривалості міжфазних періодів з урожайністю культури за органічної технології вирощування у Лісостепу України.

Виклад основго матеріалу дослідження. Польові дослідження були проведені упродовж 2023–2025 років у Київській спеціалізованій філії Українського інституту експертизи сортів рослин (Україна, Київська область, Білоцерківський район) на чорноземі типовому малогумусному. Ячмінь ярий вирощували за органічною технологією. Попередник – конюшина лучна (Trifolium pratense). Норма висіву ячменю ярого у досліді складала 4 млн схожих насінин на гектар. Органічні добрива у дозі 100 кг/га вносили у ґрунт сівалкою при посіві ячменю ярого відповідно до схеми досліду: 1) Контроль (без внесення органічних меліорантів); 2) Біочар; 3) Сапропель; 4) Біогумус. Кількість повторень – 3, посівна площа дослідної ділянки 120 м², облікова площа – 80 м², ширина захисних смуг – 2 м, розташування варіантів систематичне.

Фенологічні спостереження (визначення фаз вегетації, тривалість міжфазних періодів) упродовж вегетаційного періоду проводили відповідно загальноприйнятим методикам [12]. Результати були оброблені методами дисперсійного і кореляційного аналізу [13] із застосуванням програмного забезпечення MS Excel (Редмонд, Вашингтон, США).

Через несприятливі погодні умови березня і більшої частини квітня 2023 року період між сівбою і сходами ячменю ярого був затяжним (рис. 1–3). При чому, вплив припосівного внесення органічних меліорантів виявився найбільш чітко, порівняно з більш спритливими наступними (2024 і 2025) роками. За дії припосівного локального внесення біочару фаза повних сходів настала на 1 добу раніше відконтрольного варіанту (без внесення органічних меліорантів). За припосівного внесення сапропелю і біогумусу – відповідно, сходи з'явилися на 3 і 4 доби раніше за контрольний варіант.

Період між повними сходами і кущінням був дещо подовжений за дії органічних меліорантів – на 1–2 доби. Міжфазний період кущіння-трубкування був зменшений на 1–2 доби за дії припосівного локального внесення органічних меліорантів. Період між трубкуванням і колосінням був однаковим за тривалістю у всіх

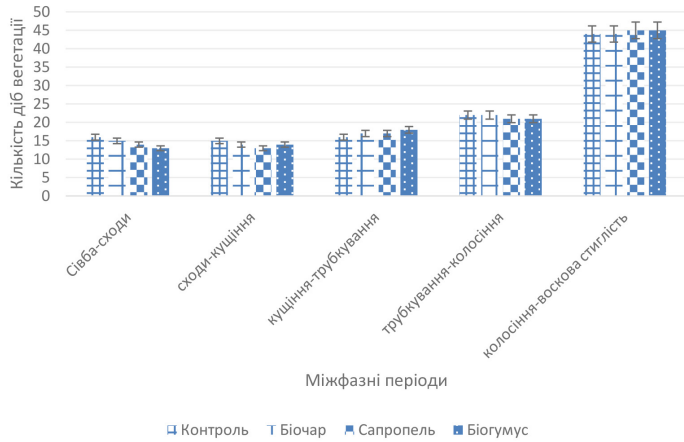


Рис. 1. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту Командор, 2023 рік

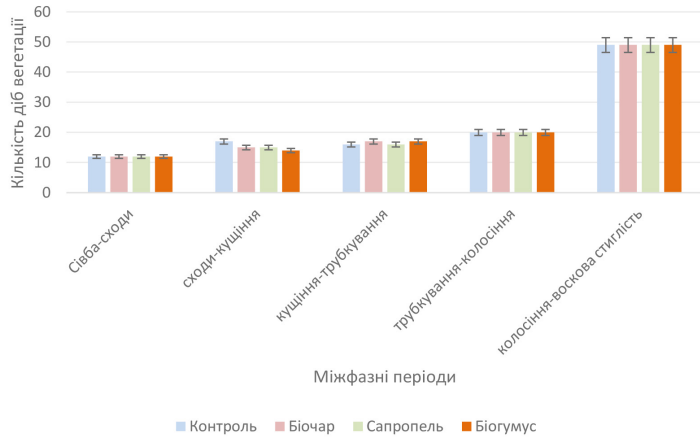


Рис. 2. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту КВС Кріссі, 2023 рік

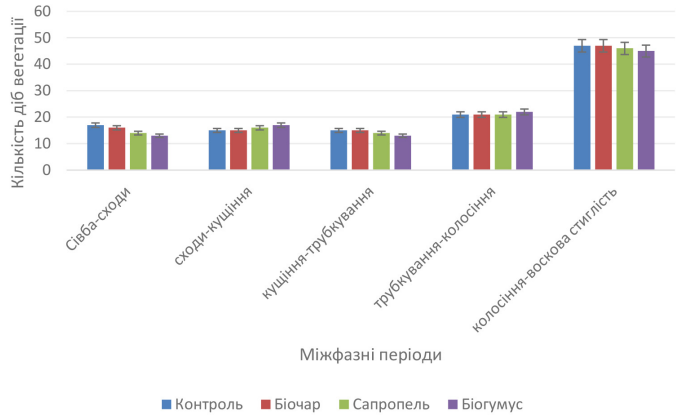


Рис. 3. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту Абсолют, 2023 рік

варіантах досліду (по сорту КВС Кріссі); за припосівного внеення біогумусу – на 1 добу більше (по сорту Абсолют) та на 1 менше (по сорту Командор); також по сорту Командор – на 1 добу менше за припосівного внесення сапропелю. Кількість діб між колосінням і восковою стиглістю була однаковою у контрольному варіанті і за припосівного внесення біочару (по всіх досліджуваних сортах). У варіантах з припосівним внесенням сапропелю і біогумусу цей період був скорочений, відповідно, на 1 і 2 доби (по сорту Абсолют); по сорту Коандор – подовжений на 1 добу; по сорту КВС Кріссі – не відрізнявся від контрольного варіанту. Таким чином, припосівне внесення органічних меліорантів у 2023 році суттєво скорочувало час проростання ячменю ярого і міжфазний період кущіння–трубкування (по сортах Командор і Абсолют). Загальний час вегетації між сходами до воскової стиглості був однаковим для контрольного варіанту і варіанту з припосівним внесенням біочару. За припосівного внесення сапропелю і біогумусу загальний час вегетації (сходи–воскова стиглість) був скорочений, відповідно, на 1 і 2 доби.

Погодні умови 2024 року були більш сприятливі за кількістю опадів у березні і травні (порівняно з 2023 роком), тому повні сходи ячменю ярого були зафіксовані на 7–8 добу від сівби (рис. 4–6). Вплив припосівного внесення органічних меліорантів у цьому році був менш виражений, порівняно з 2023 роком – різниця у кількості діб між всіма фазами вегетації складала не більше 1 доби. Так, тривалість міжфазного періоду сівба-сходи була однаковою для всіх варіантів досліду, окрім варіанту з припосівним внесенням біогумусу (скорочення на 1 добу). Міжфазний період сходи-кущіння був скорочений на 1 добу, порівняно з контрольним варіантом за дії усіх досліджуваних меліорантів. Тривалість періоду кущіння-трубкування була скорочена на 1 добу у варіантах з припосівним внесенням сапропелю і біогумусу. Період між трубкуванням і колосінням, навпаки, був подовжений на 1 добу за дії припосівного внесення сапропелю і біогумусу. Кількість діб між колосінням і восковою стиглістю була однаковою у всіх варіантах досліду, окрім варінту з припосівним внесенням біочару (подовження на 1 добу). Загальний час вегетації від сходів до воскової стиглості був однаковим для контрольного варіанту (без внесення органічних меліорантів) і варіанту з припосівним внесенням біочару. За припосівного внесення сапропелю і біогумусу загальний час вегетації був скорочений на 1 добу.

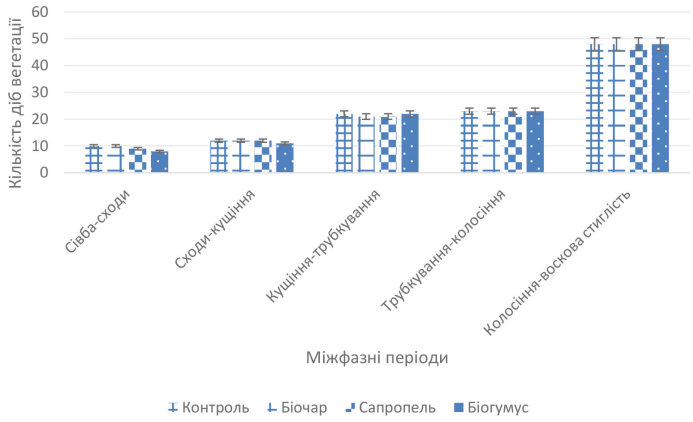


Рис. 4. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту Командор, 2024 рік

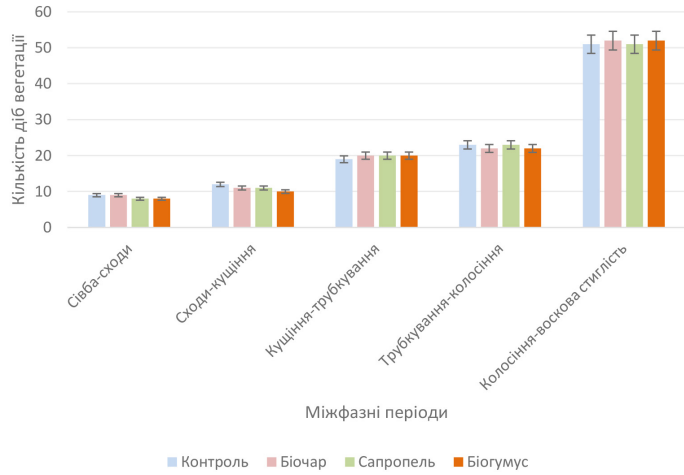


Рис. 5. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту КВС Кріссі, 2024 рік

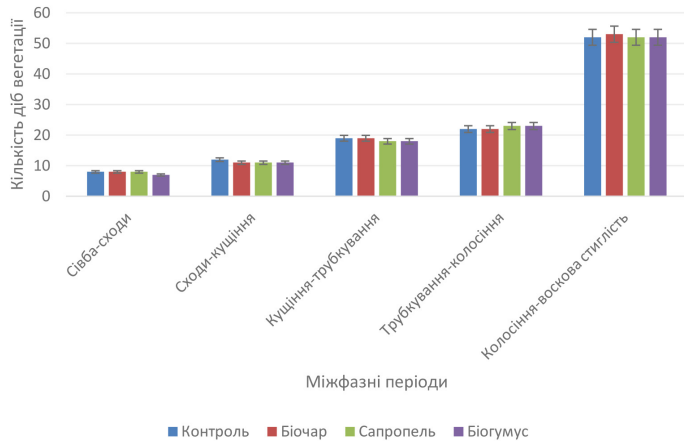


Рис. 6. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту Абсолют, 2024 рік

Повні сходи ячменю ярого у 2025 році були отримані через 10–12 діб після сівби (рис. 7–9). За дії припосівного локального внесення органічних меліорантів фаза повних сходів була зафіксована раніше, порівняно з контрольним варіантом (без внесення органічних меліорантів) – на 1–2 доби. Кількість діб між сходами і кущінням була однаковою у всіх варіантах досліду, окрім варіанту з припосівним внесенням біогумусу – скорочення на 1 добу. Період між кущінням і трубкуванням у цьому році був на 1 добу подовжений (порівняно з контрольним варіантом) за дії припосівного внесення біочару і біогумусу. Міжфазний період трубкування-колосіння був скорочений за дії припосівного внесення сапропелю, біочару і біогумусу, відповідно, на 1, 3 і 4 доби. Період між колосінням і восковою стиглістю, навпаки, був подовжений за дії припосівного внесення органічних меліорантів: за дії сапропелю, біочару і біогумусу, відповідно, на 1, 2 і 3 доби. Загальний час вегетації від сходів до воскової стиглості був однаковим у всіх варіантах досліду, окрім варіанту з припосівним внесенням біогумусу – скорочення на 1 добу.

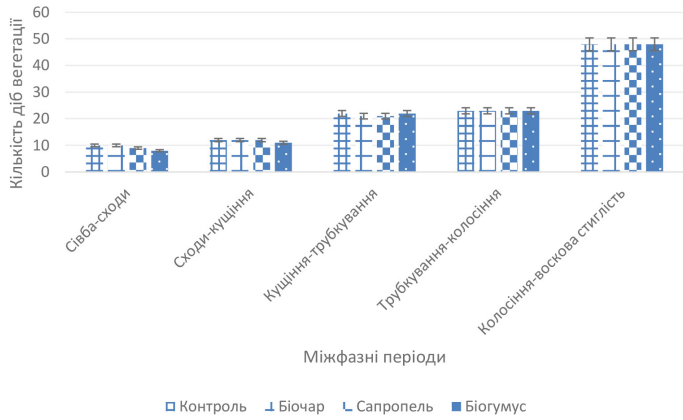


Рис. 7. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту Командор, 2025 рік

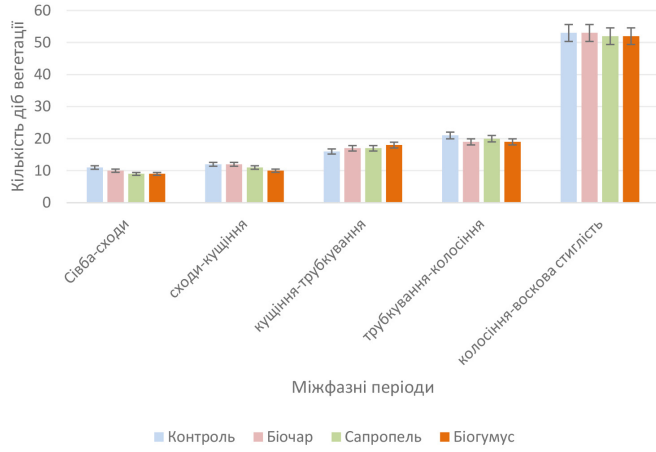


Рис. 8. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту КВС Кріссі, 2025 рік

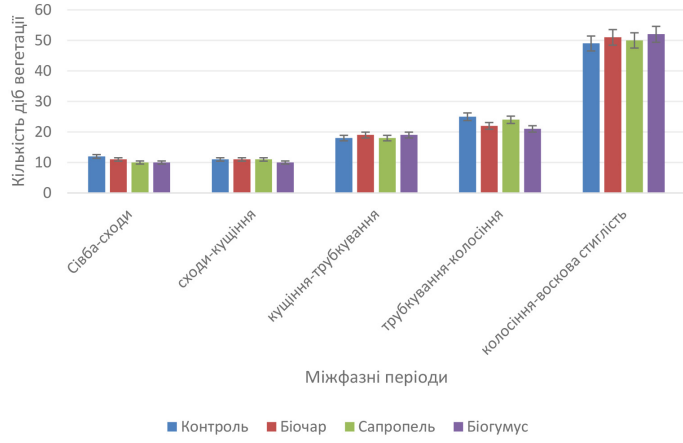


Рис. 9. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту Абсолют, 2025 рік

У середньому за три роки досліджень, припосівне локальне внесення досліджуваних органічних меліорантів суттєво скорочувало період між сівбою і повними сходами ячменю ярого (на 1–4 доби, в залежності від погодних умов року). Такий вплив припосівного локального внесення органічних меліорантів (особливо, біогумусу) є позитивним, з точки зору формування врожаю ячменю ярого. Оскільки, як показано для умов Центрального Лісостепу України, затримка сходів негативно відбивається на урожайності ячменю ярого [5].

Вплив припосівного локального внесення біочару, сапропелю і біогумусу на подальші тривалість подальших періодів вегетації ячменю ярого був перемінним: подовження і скорочення, порівняно з контрольним варіантом (без внесення органічих меліорантів) коливалося на 1–2 доби. Загальний час вегетації (від сходів до воскової стиглості) був скорочений за припосівного внесення біогумусу на 1–2 доби (упродовж трьох років досліджень), за припосівного внесення сапропелю – на 1 добу (упродовж 2023 і 2024 років).

Отримані нами трирічні дані тривалості міжфазних періодів ячменю ярого підтверджують раніше опубліковані висновки [14, с. 51–61], щодо скорочення тривалості періодів вегетації ячменю ярого за умов підвищення середньодобової температури повітря (2023 рік) і подовження періоду вегетації за достатньої кількості опадів (2024 рік).

Тривалість міжфазного періоду від сівби до сходів сильно негативно корелювала з урожайністю ячменю ярого (r = –0,86). Тривалість періоду від сходів до кущіння мала середню негативну кореляцію з урожайністю рослин ячменю ярого (r = –0,34). Тривалість міжфазних періодів кущіння-трубкування (r = 0,37), трубкування-колосіння (r = 0,56) і колосіння-воскова стиглість (r = 0,87) мали, відповідно, середню і сильну позитивну кореляції з урожайністю ячменю ярого у досліді. Загальна тривалість вегетації (сходи-воскова стиглість) слабко корелювала з врожайністю ячменю ярого досліджуваних сортів у 2023–2025 роках (r = 0,25). Виявлені закономірності є наслідком рістстимулюючої дії використаних у даному дослідженні органічних меліорантів. Представлене тут дослідження показує, що прискорення розвитку ячменю ярого за припосівного внесення біогумусу, сапропелю і біочару відбувається, переважно, у міжфазних періодах від посіву до сходів і від сходів до кущення.

Висновки. Припосівне локальне внесення біочару, сапропелю і біогумусу на 1–4 доби скорочувало час між сівбою і повними сходами ячменю ярого (порівняно з варіантом, де не вносилися ці органічні добрива).

Загальний час вегетації (від сходів до воскової стиглості) був скорочений за припосівного внесення біогумусу на 1–2 доби (упродовж усіх трьох років досліджень); за припосівного внесення сапропелю – на 1 добу (упродовж 2023 і 2024 років). Припосівне локальне внесення біочару, практично, не впливало на загальний час вегетації ячменю ярого.

Найбільш сильно корелювали з урожайністю ячменю ярого тривалість міжфазного періоду від сівби до сходів (негативна кореляція) і тривалість міжфазного періоду колосіння-воскова стиглість (позитивна кореляція).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Mergos G. Population and food system sustainability. *International handbook of population policies* / eds: J. F. May, J. A. Goldstone. Cham : Springer International Publishing, 2022. P. 131–155. doi: 10.1007/978-3-031-02040-7_7

2. Godde C. M., Mason-D'Croz D., Mayberry D. E., Thornton P. K., HerreroM. Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence. *Global Food Security*. 2021. № 28. 100488. doi: 10.1016/j.gfs.2020.100488

3. Kaso T., Guben G. Review of Barley Value Chain Management in Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Health care*. 2015. № 5(10). P. 84–97. URL: http://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/22519/23177 (дата звернення 17.01.2026).

4. Ravan M. S., Karizaki A. R., Biabani A., Moghaddam A. N., Alamdari E. G. Photosynthetic material remobilization and its contribution to barley yield. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2022. № 57. e02968. doi: 10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02968

5. Гудзенко В. М., Васильківський С.П. Урожайність ячменю ярого залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду у Центральному Лісостепу України. *Агробіологія*. 2016. № 2. С. 11–17. URL: https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/2481/1/Urozhainist_yachmeniu.pdf (дата звернення 17.01.2026).

6. Панфілова А. В., Могильницька А. М. Моделювання впливу погодно-кліматичних умов та варіантів живлення на урожайність сортів ячменю ярого. Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. online конф. молодих вчених, м. Херсон, 19 трав. 2020 р. Херсон : ІЗЗ НААН, 2020. С. 161–163.

7. Біловус Г., Лісова Ю., Марухняк Г., Ващишин О. Стійкість сортозразків ячменю ярого до ураження листковими грибними хворобами в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2025*. № 77(2). С. 40–52. doi: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-4

8. Soltan H. A. H., Dakhly O. F., Mahmoud M. A., Fayz Y. F. Microbiological and genetical identification of some vermicompost beneficial associated bacteria. *SVU-International Journal of Agricultural Sciences*. 2022. № 4(1). P. 21–36. doi: 10.21608/svuijas.2021.106875.1154

9. Zhang K., Han X., Fu Y., Khan Z., Zhang B., Bi J., Luo L. Biochar coating promoted rice growth under drought stress through modulating photosynthetic apparatus, chloroplast ultrastructure, stomatal traits and ROS homeostasis. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2024. № 216. 109145. doi: 10.1016/j.plaphy.2024.109145

10. Liužinas R., Jankevičius K., Šalkauskas M., Mikalajūnas M. Improvement of lake sapropel quality: a new method. *Geografijos metraštis*. 2005. № 38. P. 44–51. URL: https://gamtostyrimai.lt/wp-content/uploads/2022/06/275_cd3745c8d557ffdbd1fd8c1950e00035.pdf (дата звернення 17.01.2026).

11. Ali M., Rahul F., Ali S. et al. Impact of organic amendments on soil structure, fertility and growth of plants. In: Kausar, R., Nisa, Z. U., Jamil, M. & Bashir, I. (eds). Integrated Health and Sustainability: Plants, Wildlife, and Genetic Resilience. Faisalabad : Unique Scientific Publishers, 2025. P. 183–189. doi: 10.47278/book.HH/2025.295

12. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство). Херсон : Грінь Д. С., 2014. 448 с.

13. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : монографія. Херсон : Айлант, 2009. 372 с.

14. Гудзенко, С. П. Васильківський; Гудзенко В. М., Васильківський С. П., Демидов О. А., Поліщук Т. П., Бабій О. О. Селекція ячменю ярого на підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу. *Селекція і насінництво*. 2017. № 111. С. 51–61. URL: https://journals.uran.ua/pbsd/article/view/104887/100054 (дата звернення 17.01.2026).

Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.854.78:632.952:631.559(477.7)
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.5

УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ ФУНГІЦИДНОГО ЗАХИСТУ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Марковська О. Є. *– д.с.-г.н., професор,*
завідувач кафедри-професор кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-4810-7443
Очкала М. М. *– аспірант кафедри ботаніки та захисту рослин,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0009-0003-0406-7536

У статті наведено результати польового дослідження (2024–2025 рр.) з оцінки ефективності біологічної та хімічної систем фунгіцидного захисту гібридів соняшнику в умовах Північного Степу України. Метою експерименту було визначення впливу різних систем захисту на розвиток склеротиніозу (Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary) й пероноспорозу (Plasmopara halstedii Berl. & de Toni), а також їх зв'язку із формуванням урожайності культури.

Установлено, що розвиток хвороб і урожайність соняшнику істотно залежали як від особливостей гібридів, так і від застосованої системи фунгіцидного захисту. У контрольних варіантах у 2024–2025 рр. відмічено найвищий рівень розвитку хвороб та найнижчу урожайність, яка в середньому становила 0,72–0,82 т/га у 2024 р. та 0,65–0,78 т/га у 2025 р. залежно від гібриду.

Застосування хімічної системи захисту забезпечило максимальне зниження розвитку склеротиніозу і пероноспорозу та характеризувалося найвищою технічною ефективністю (75–81 %), що сприяло формуванню найбільших показників урожайності. У середньому за 2024–2025 рр. урожайність соняшнику за хімічної системи захисту становила 2,38 т/га у гібриду НК Неома, 2,57 т/га у НК Конді та 2,25 т/га у П64ЛЕ25. Біологічна система захисту також істотно впливала на показник урожайності порівняно з контролем, забезпечуючи 2,26; 2,35 та 2,15 т/га відповідно.

Серед досліджуваних гібридів найвищу середню урожайність сформував гібрид НК Конді, у той час як гібрид П64ЛЕ25 характеризувався найнижчим рівнем розвитку хвороб за всіма варіантами досліду, що свідчить про його підвищену толерантність до збудників. Отримані результати підтверджують доцільність застосування науково обґрунтованих систем фунгіцидного захисту як ефективного елемента регулювання шкодочинності основних хвороб і підвищення стабільності урожайності соняшнику в умовах Північного Степу України.

Ключові слова: *соняшник, склеротиніоз, пероноспороз, біофунгіциди, фунгіциди, хвороби, урожайність, гібриди, технічна ефективність.*

Markovska O. Ye., Ochkala M. M. Yield of Sunflower Hybrids Depending on Fungicide Protection Systems under the Conditions of Southern Ukraine

The article presents the results of two-year field studies (2024–2025) aimed at evaluating the effectiveness of biological and chemical fungicide protection systems for sunflower hybrids under the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. The objective of the study was to determine the effect of different protection systems on the development of sclerotinia blight (Sclerotinia sclerotiorum) and downy mildew (Plasmopara halstedii), as well as their relationship with crop yield formation.

It was established that disease development and sunflower yield significantly depended on both hybrid characteristics and the applied fungicide protection system. In the control treatments

© Марковська О. Є., Очкала М. М., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

during 2024–2025, the highest levels of disease development and the lowest yields were recorded, averaging 0.72–0.82 t/ha in 2024 and 0.65–0.78 t/ha in 2025, depending on the hybrid.

The application of the chemical protection system provided the greatest reduction in the development of sclerotinia blight and downy mildew and was characterized by the highest technical efficiency (75–81 %), which contributed to the formation of the highest yield levels. On average for 2024–2025, sunflower yield under the chemical protection system amounted to 2.38 t/ha for the NK Neoma hybrid, 2.57 t/ha for NK Kondi, and 2.25 t/ha for P64LE25. The biological protection system also had a significant effect on yield compared to the control, providing 2.26, 2.35, and 2.15 t/ha, respectively.

Among the studied hybrids, NK Kondi formed the highest average yield, whereas P64LE25 was characterized by the lowest level of disease development across all experimental treatments, indicating its increased tolerance to the pathogens. The obtained results confirm the feasibility of applying scientifically grounded fungicide protection systems as an effective tool for regulating the harmfulness of major sunflower diseases and increasing yield stability under the conditions of the Northern Steppe of Ukraine.

Key words: *sunflower, sclerotinia blight, downy mildew, biofungicides, fungicides, yield, hybrids, technical efficiency.*

Постановка проблеми. Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є однією з важливих олійних культур у світі та займає провідне місце в структурі посівних площ України [1, 2]. Завдяки високому експортному потенціалу, широкому використанню продукції переробки та високій адаптивності до ґрунтово-кліматичних умов, культура залишається стратегічною для аграрного сектору країни [3]. В умовах степової зони соняшник є однією з основних польових культур, однак рівень його продуктивності значною мірою залежить від фітосанітарного стану посівів та ефективності систем захисту [4].

Незважаючи на суттєве збільшення посівних площ соняшнику впродовж останніх десятиліть, його середня урожайність значно варіює за роками, що зумовлено як погодними умовами, так і біотичними чинниками. Серед останніх провідну роль відіграють хвороби грибної та ооміцетної етіології, які в роки з підвищеною вологістю здатні суттєво обмежувати реалізацію продуктивного потенціалу сучасних гібридів [5, 6, 7].

Однією з найбільш шкодочинних хвороб соняшнику є біла гниль (склеротиніоз), збудником якої є гриб *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) *de Bary*. Збудник уражує рослини впродовж усього періоду вегетації та проявляється у вигляді кореневої, стеблової і кошикової форм. Особливо небезпечною є кошикова форма склеротиніозу, яка призводить до прямих втрат урожаю, зниження маси 1000 насінин, погіршення якості продукції та накопичення інфекційного початку в ґрунті у вигляді склероціїв. За сприятливих для патогена умов втрати врожаю від білої гнилі можуть сягати 30–50 % і більше [8].

Не менш небезпечною хворобою є пероноспороз (несправжня борошниста роса), збудником якого є ооміцет *Plasmopara halstedii* Berl. & de Toni. Збудник уражує рослини переважно на ранніх етапах органогенезу, порушуючи їх ріст, формування генеративних органів та призводячи до значного зрідження посівів. Складність контролю пероноспорозу зумовлює висока мінливість патогена, поява нових рас та зниження ефективності окремих хімічних протруйників і фунгіцидів. Втрати врожаю від пероноспорозу можуть становити 20–40 % [9].

У сучасних умовах інтенсифікації землеробства контроль хвороб соняшнику потребує застосування науково обґрунтованих систем фунгіцидного захисту, які поєднують високу біологічну та економічну ефективність із мінімізацією екологічних ризиків. Поряд із традиційними хімічними фунгіцидами зростає інтерес до біологічних препаратів, які можуть забезпечувати зменшення ризику виникнення

резистентності патогенів до діючих речовин препаратів та сприяти стабілізації фітосанітарного стану агроценозів [10].

У зв'язку з цим актуальним є вивчення ефективності біологічних і хімічних систем захисту соняшнику проти найбільш шкодочинних хвороб – білої гнилі та пероноспорозу, та оцінка їх впливу на формування урожайності різних гібридів соняшнику в умовах Північного Степу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соняшник у більшості зон вирощування уражується комплексом грибних та ооміцетних хвороб, які істотно впливають на продуктивність культури, стабільність урожаю та якість насіння. У сучасних наукових публікаціях зазначається, що втрати врожаю від хвороб соняшнику можуть досягати 50 % і більше, особливо за порушення сівозмін, формування сприятливих для патогенів погодних умов та відсутності належного фітосанітарного контролю [11, 12].

Впродовж останніх років все більше уваги приділяється переходу від окремих фунгіцидних обробок до застосування систем інтегрованого захисту соняшнику, який передбачає поєднання агротехнічних, хімічних і біологічних заходів з урахуванням біології збудників і критичних фаз розвитку рослин [13, 14]. При цьому ефективність фунгіцидного контролю значною мірою залежить не лише від вибору препарату, а й від строків його застосування та погодних умов року [15].

Біла гниль (*S. Sclerotiorum*), залишається однією з найбільш шкодочинних хвороб соняшнику у світі. У роботах зарубіжних авторів детально описано епідеміологію патогена, роль ґрунтового інфекційного початку та умови, що сприяють масовому ураженню рослин, особливо в період цвітіння [16]. Підкреслюється, що контроль склеротиніозу ускладнюється тривалою життєздатністю склероціїв у ґрунті та широким спектром рослин-господарів [17].

Пероноспороз соняшнику є однією з найбільш економічно-небезпечних хвороб культури, особливо у фазах сходів і раннього розвитку рослин. Узагальнюючі огляди вказують на складну епідеміологію збудника, можливість його насіннєвої передачі та значний вплив на щільність ценозу й формування врожаю [18]. Сучасні дослідження свідчать про зміну патотипового складу *P. halstedii* та появу форм, толерантних до окремих діючих речовин, що істотно ускладнює хімічний контроль пероноспорозу [19]. У зв'язку з цим необхідним є поєднання хімічних заходів захисту з селекційною стійкістю, фітосанітарним моніторингом та контролем насіннєвого інфекційного початку як елемента регулювання шкодочинності пероноспорозу [20].

У роботах різних авторів вказано, що застосування науково обґрунтованих систем фунгіцидного захисту соняшнику забезпечувало зниження розвитку основних хвороб та сприяло стабілізації урожайності. Ефективність таких систем істотно залежала від регіональних ґрунтово-кліматичних умов, структури патогенного комплексу та особливостей вирощуваних гібридів [21].

Таким чином, аналіз сучасних публікацій свідчить, що, незважаючи на значну кількість досліджень, присвячених окремим хворобам соняшнику, залишається актуальною проблема комплексної оцінки ефективності систем фунгіцидного захисту проти білої гнилі та пероноспорозу з урахуванням їх впливу на урожайність культури в конкретних агроекологічних умовах.

Постановка завдання. Мета дослідження – оцінити ефективність біологічної та хімічної систем захисту гібридів соняшнику від несправжньої борошнистої роси та білої гнилі в умовах Північного Степу України, а також їх вплив на врожайність гібридів культури.

Дослід проведено на базі ФГ ФОП «Кравченко Руслан Леонідович» (Кіровоградська область, Кропивницький район, с. Фрунзе). Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений чорноземом звичайним середньогумусним глибоким важкосуглинковим із вмістом гумусу 4,7 %. Попередником у сівозміні була пшениця озима, передпопередником – соняшник. Дослід закладали за схемою двофакторного польового експерименту у чотириразовій повторності із застосуванням методу розщеплених ділянок. Розміщення варіантів у досліді було рендомізованим. Загальна площа однієї дослідної ділянки становила 100 м^2, облікової – 50 м^2.

У процесі досліджень використовували комплекс методів: польовий – для спостереження за ростом і розвитком рослин соняшнику, а також за поширенням і розвитком хвороб; лабораторний, мікроскопічний та біологічний – для ідентифікації збудників захворювань; математично-статистичний – для обробки експериментальних даних і оцінки достовірності отриманих результатів. Схему досліду наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Схема досліду

Гібрид (фактор А)	**Система захисту (фактор В)**
НК Неома НК Конді П64ЛЕ25	Контроль (обробка водою)
	Система хімічного захисту: Максим® XL 035 FS, т. к. с., флудіоксоніл, 25 г/л + металаксил–М 10 г/л, 6,0 л/т (протруєння насіння); обприскування у фазі: ВВСН 14–16 – Цимоксил ЗП, цимоксаніл, 300 г/кг + флутриафол, 210 г/кг, 0,5 л/га; ВВСН 51–55 – Фокс® 325 CS, трифлоксістробін, 150 г/л + протіоконазол, 175 г/л, 0,8 л/га; ВВСН 61–69 – Піктор®, дімоксістробін 200 г/л + боскалід 200 г/л, 0,5 л/га
	Система біологічного захисту: Мікохелп, 3л/т (протруєння насіння); обприскування у фазі: ВВСН 14–16 – Склероцид, 2 л/га; ВВСН 51–55 – Фітоцид, 1,5 л/га; ВВСН 61–69 – Фітохелп, 0,8 л/га

Облік ураженості рослин соняшнику збудниками хвороб здійснювали з використанням загальновизнаних фітопатологічних методик [22]. Ідентифікацію видової належності шкодочинних мікроорганізмів проводили на базі проблемної науково-дослідної лабораторії «Мікології та фітопатології» кафедри фітопатології імені академіка В. Ф. Пересипкіна НУБіП України. Технічну ефективність застосованих препаратів визначали за загальноприйнятою методикою випробування пестицидів [23]. Достовірність отриманих результатів встановлювали за допомогою статистичної обробки та методу дисперсійного аналізу [24]. Збирання врожаю проводили вручну з наступним обмолотом, зважуванням та приведенням насіння до стандартних показників вологості та чистоти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз ураженості рослин білою гниллю свідчить, що розвиток кошикової форми склеротиніозу соняшнику істотно залежав від гібриду та застосованої системи захисту в обох роках дослідження. У контрольних варіантах у 2024–2025 рр. вищий рівень ураження відмічено у гібридів НК Неома та НК Конді (18,9–21,5 %), у той час як гібрид П64ЛЕ25 характеризувався достовірно нижчим показником розвитку хвороби (14,6–16,0 %) за обидва роки спостережень. Застосування хімічної системи захисту забезпечило зниження розвитку склеротиніозу за всіма досліджуваними гібридами, розвиток хвороби знаходився у межах 3,2–5,4 % залежно від гібриду (табл. 2).

Таблиця 2

Розвиток кошикової форми склеротиніозу соняшнику залежно від гібриду та системи захисту* (2024–2025 рр., %, Duncan, $p = 0,05$)

Гібрид	2024			2025		
	Контроль	Хімічна	Біологічна	Контроль	Хімічна	Біологічна
НК Неома	20,3 a	5,4 d	6,3 c	21,5 a	5,0 d	6,1 c
НК Конді	18,9 a	4,6 e	5,5 d	20,6 a	4,3 e	5,7 d
П64ЛЕ25	14,6 b	3,2 f	3,5 f	16,0 b	3,9 f	5,0 d

Примітка: * – варіанти систем захисту відповідно до схеми досліду наведеної у табл. 1

Біологічна система захисту також істотно обмежувала розвиток хвороби, однак поступалася хімічній, що підтверджувалося результатами тесту Дункана ($p = 0,05$). В умовах обох років дослідження всі варіанти із застосуванням захисних заходів достовірно відрізнялися від контролю за показником ураження рослин. Отримані результати свідчать про певний рівень ефективності систем захисту незалежно від року вирощування та більш високу толерантність гібриду П64ЛЕ25 до кошикової форми склеротиніозу.

Дані наведені у таблиці 3 свідчать, що розвиток пероноспорозу соняшнику в 2024–2025 рр. суттєво залежав від гібриду та застосованої системи захисту. У контрольних варіантах у 2024 р. рівень ураження становив 15,7–16,4 % у гібридів НК Неома та НК Конді, у той час як у гібриду П64ЛЕ25 він був достовірно нижчим (12,3 %). Аналогічна закономірність зберігалася і в 2025 р., де розвиток хвороби в контролі коливався від 14,5–15,6 % у НК Неома та НК Конді до 11,8 % у П64ЛЕ25.

Застосування хімічної системи захисту забезпечувало пригнічення пероноспорозу, знижуючи розвиток хвороби до 2,0–4,1 % у 2024 р. та до 2,0–3,6 % у 2025 р. Біологічна система захисту також істотно обмежувала розвиток пероноспорозу, однак показники ураження рослин були вищими – 3,5–5,0 % у 2024 р. та 3,0–4,2 % у 2025 р. (табл. 3).

Таблиця 3

Розвиток пероноспорозу соняшнику залежно від гібриду та системи захисту* (2024–2025 рр., %, Duncan, $p = 0,05$)

Гібрид	2024			2025		
	Контроль	Хімічна	Біологічна	Контроль	Хімічна	Біологічна
НК Неома	15,7 a	3,2 d	4,5 c	14,5 a	2,8 d	3,8 c
НК Конді	16,4 a	4,1 c	5,0 b	15,6 a	3,6 c	4,2 b
П64ЛЕ25	12,3 b	2,0 e	3,5 d	11,8 b	2,0 e	3,0 d

Примітка: * – варіанти систем захисту відповідно до схеми досліду наведеної у табл. 1

Усі варіанти із застосуванням захисних заходів достовірно відрізнялися від контролю за критерієм Дункана (p = 0,05), що свідчить про ефективність досліджуваних систем захисту незалежно від року вирощування.

Аналіз технічної ефективності фунгіцидного захисту соняшнику проти білої гнилі та пероноспорозу в середньому за 2024–2025 рр. свідчить, що за

використання хімічної системи захисту проти білої гнилі її ефективність становила 75,0 % у гібриду НК Неома, 77,5 % у НК Конді та 76,5 % у П64ЛЕ25. Біологічна система забезпечувала дещо нижчі показники – 70,3; 71,5 та 72,4 % відповідно (рис. 1).

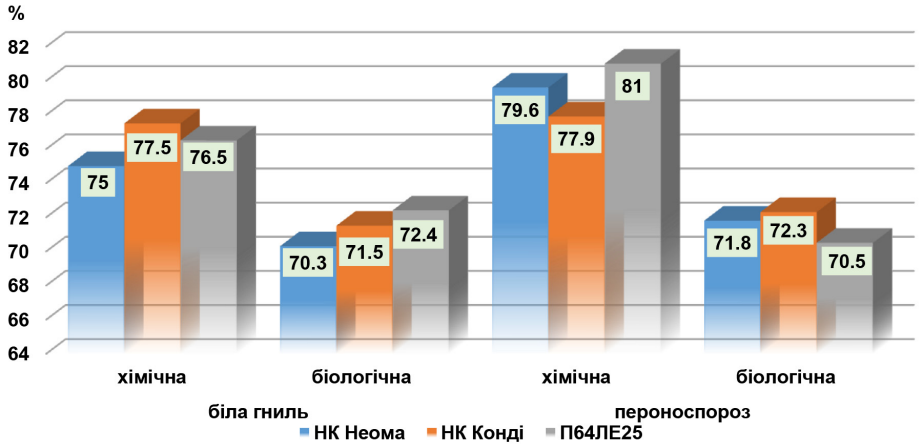


Рис. 1. Технічна ефективність фунгіцидного захисту соняшнику (середнє за 2024–2025 рр., %)

Хімічна система захисту проти пероноспорозу характеризувалася вищою ефективністю, яка досягла 79,6 % у посівах гібриду НК Неома, 77,9 % у НК Конді та максимального значення – 81,0 % у посівах гібриду П64ЛЕ25. Біологічна система захисту забезпечила технічну ефективність на рівні 71,8; 72,3 та 70,5 % відповідно.

Загалом результати дослідження підтверджують перевагу хімічної системи фунгіцидного захисту над біологічною за обома хворобами, водночас ця перевага була незначна, що свідчить про практичну доцільність використання біологічних препаратів у системах інтегрованого захисту соняшнику.

Результати дослідження свідчать про істотний вплив як системи фунгіцидного захисту, так і умов року на формування урожайності соняшнику. У 2024 р. рівень урожайності соняшнику був значно вищим порівняно з 2025 р., що зумовлено більш сприятливими агрометеорологічними умовами вегетаційного періоду.

Урожайність соняшнику у 2024 р. істотно залежала як від гібриду, так і від системи фунгіцидного захисту. У контрольних варіантах вона була низькою і коливалася в межах 0,75–0,88 т/га, причому достовірних відмінностей між гібридами не відмічено. Застосування хімічної системи захисту забезпечило найвищій рівень урожайності, яка досягала 3,11 т/га у гібриду НК Неома, 3,35 т/га у НК Конді та 2,92 т/га у П64ЛЕ25 (табл. 3).

Біологічна система захисту також забезпечувала істотно вищій рівень урожайності порівняно з контролем, однак поступалася хімічній. Урожайність у цих варіантах становила 2,81–3,05 т/га залежно від гібриду. У середньому за фактором В найвищу урожайність забезпечувала хімічна система захисту (3,13 т/га), у той час як серед досліджуваних гібридів максимальне середнє значення за фактором А сформував гібрид НК Конді (2,43 т/га).

Дані таблиці 4 свідчать, що у 2025 р. урожайність соняшнику також істотно залежала від гібриду та застосованої системи фунгіцидного захисту. У контрольних

Таблиця 3

Урожайність соняшнику залежно від гібриду та системи фунгіцидного захисту* (2024 р., т/га)

Гібрид (фактор А)	Система захисту (фактор В)			Середнє за фактором А
	Контроль	Хімічна	Біологічна	
НК Неома	0,82 d	3,11 b	2,92 c	2,28 b
НК Конді	0,88 d	3,35 a	3,05 b	2,43 a
П64ЛЕ25	0,75 d	2,92 c	2,81 c	2,16 c
Середнє за фактором В	0,82 c	3,13 a	2,93 b	2,40
$HIP_{0,5}$ (А) 0,09 т/га; $HIP_{0,5}$ (В) 0,09 т/га; $HIP_{0,5}$ (А × В) 0,16 т/га				

Примітка: * – варіанти систем захисту відповідно до схеми досліду наведеної у табл. 1

Таблиця 4

Урожайність соняшнику залежно від гібриду та системи фунгіцидного захисту*, (2025 р., т/га)

Гібрид (фактор А)	Система захисту (фактор В)			Середнє за фактором А
	Контроль	Хімічна	Біологічна	
НК Неома	0,73 c	1,66 a	1,60 b	1,33 b
НК Конді	0,78 c	1,79 a	1,65 b	1,41 a
П64ЛЕ25	0,65 d	1,58 b	1,50 b	1,24 c
Середнє за фактором В	0,72 c	1,68 a	1,60 b	1,33
$HIP_{0,5}$ (А) 0,04 т/га; $HIP_{0,5}$ (В) 0,04 т/га; HIP0,5 (А × В) 0,08 т/га				

Примітка: * – варіанти систем захисту відповідно до схеми досліду наведеної у табл. 1

варіантах урожайність була низькою і становила 0,65–0,78 т/га, причому мінімальне значення відмічено у гібриду П64ЛЕ25. Застосування хімічної системи захисту забезпечувало найвищу урожайність у всіх досліджуваних гібридів, яка досягала 1,66 т/га у НК Неома, 1,79 т/га у НК Конді та 1,58 т/га у П64ЛЕ25. Біологічна система захисту також сприяла отриманню вищого рівня урожайності порівняно з контролем (1,50–1,65 т/га), однак поступалася хімічній системі захисту як і у попередньому році досліджень (табл. 4).

У середньому за фактором В максимальну урожайність забезпечила хімічна система захисту (1,68 т/га), а серед гібридів за фактором А найвищий середній показник сформував гібрид НК Конді – 1,41 т/га.

В середньому за 2024–2025 рр. застосування хімічної та біологічної систем фунгіцидного захисту забезпечувало істотну різницю урожайності соняшнику порівняно з контролем (рис. 2).

Максимальні значення урожайності сформував гібрид НК Конді (2,57 т/га за хімічної та 2,35 т/га за біологічної системи), тоді як найнижчі показники відмічено у гібриду П64ЛЕ25. Хімічна система захисту за всіма гібридами була ефективнішою за біологічну.

Застосування систем фунгіцидного захисту забезпечувало достовірну кількість збереженого врожаю у всіх досліджуваних гібридів порівняно з контролем. У 2024 р. кількість збереженого врожаю за хімічної системи захисту перевищувала

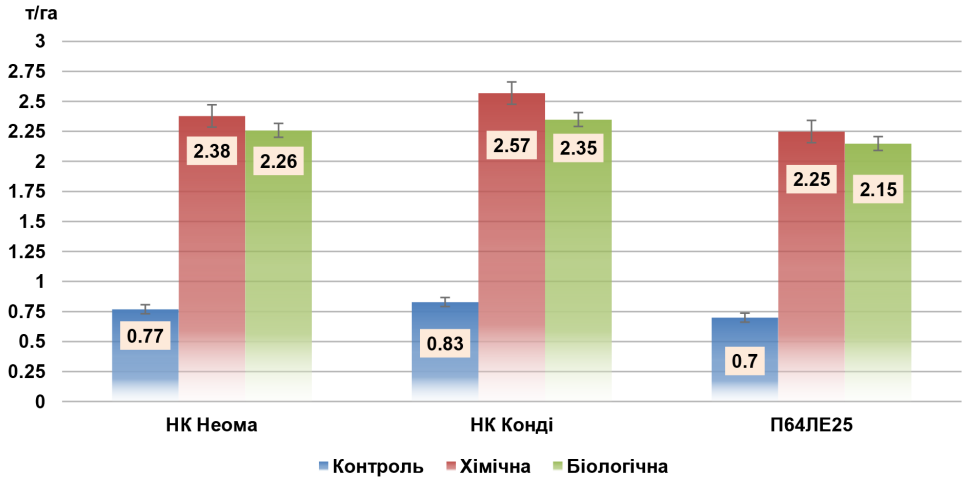


Рис. 2. Урожайність соняшнику залежно від гібриду та системи фунгіцидного захисту (середнє за 2024–2025 рр., т/га)

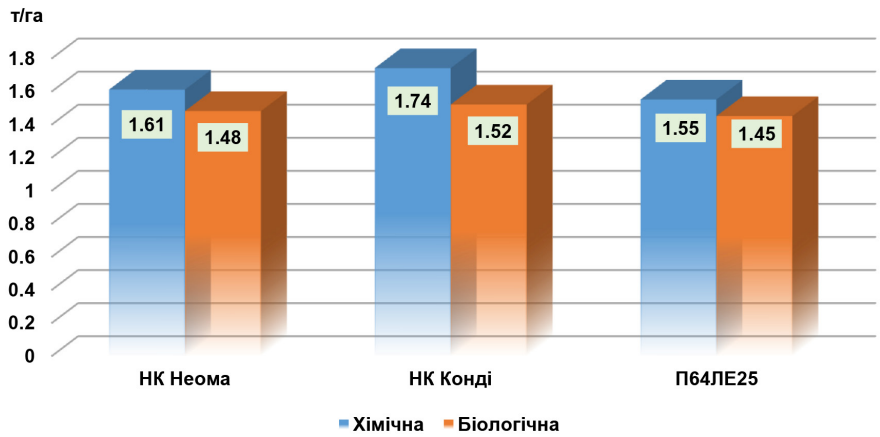


Рис. 3. Кількість збереженого врожаю соняшнику залежно від гібриду та системи фунгіцидного захисту (середнє за 2024–2025 рр., т/га)

контроль на 1,55–1,74 т/га, а за біологічної на 1,45–1,52 т/га ($НІР_{05}$ 0,16 т/га) (рис. 3).

Аналогічна тенденція зберігалася і в 2025 р., де різниця між контрольними та захисними варіантами також була статистично достовірною ($НІР_{05}$ 0,08 т/га).

Таким чином у 2024 р. урожайність соняшнику була істотно вищою, ніж у 2025 р., що зумовлено більш сприятливими агрометеорологічними умовами вегетаційного періоду. Разом із тим, незалежно від року, домінуючий вплив на рівень урожайності мав фактор В – система фунгіцидного захисту. Застосування хімічної системи фунгіцидного захисту забезпечувало максимальну урожайність у всіх гібридів в умовах 2024–2025 рр. У середньому за два роки показник урожайності у цих варіантах переважав контроль на 1,55–1,74 т/га, у той час як біологічна система забезпечувала 1,45–1,52 т/га збереженого врожаю.

Висновки. Застосування хімічної системи фунгіцидного захисту забезпечило максимальне зниження розвитку кошикової форми склеротиніозу та пероноспорозу і характеризувалося вищою технічною ефективністю (75–81 %), що зумовило формування найвищої урожайності соняшнику в обох роках дослідження. Біологічна система захисту також істотно обмежувала розвиток хвороб за технічної ефективності на рівні понад 70 %. Серед досліджуваних гібридів найвищу середню урожайність у 2024–2025 рр. сформував гібрид НК Конді, у той час як гібрид П64ЛЕ25 характеризувався найнижчим рівнем розвитку хвороб за всіма варіантами досліду, що свідчить про його підвищену толерантність до збудників білої гнилі та пероноспорозу.

Отримані результати підтверджують доцільність застосування науково обґрунтованих систем фунгіцидного захисту соняшнику як ефективного інструменту регулювання шкодочинності білої гнилі та пероноспорозу і підвищення стабільності урожайності культури в умовах Північного Степу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Dudchenko V., Markovska O., Sydiakina O. Determination of the effectiveness of fungicide protection systems as a reserve for sustainable sunflower production in south of Ukraine. Technology Audit and Production Reserves. 2025. № 1/3(81). P. 51–57. DOI: https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.323971

2. Піньковський Г. В., Танчик С. П. Продуктивність та економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України. Агробіологія. 2020. № 2. С. 115–123. DOI: https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-161-2-115-123

3. Чуйко Д. В., Пономарьова М. С., Брагін, О. М. Економічна ефективність вирощування ліній, гібридів та сортів соняшнику залежно від регулятора росту рослин. Вісник ХНАУ. Серія : Економічні науки. 2021. № 1 (2). С. 197–208. DOI: https://doi.org/10.31359/2312-3427-2021-2-1-197

4. Retman S., Bazykina N. Fungicidal protection of sunflower against the main leaf diseases. Quarantine and Plant Protection. 2019. № (5–6). DOI: https://doi.org/10.36495/2312-0614.2019.5-6.9-11

5. Trojanova Z., Sedlarova M., Gulya T. J., Lebeda A. Methodology of virulence screening and race characterization of Plasmopara halstedii, and resistance evaluation in sunflower – review. Plant Pathology. 2017. № 66 (2). С. 171–185. DOI: https://doi.org/10.1111/ppa.12593

6. Піковський М. Й., Кирик М. М. Біоекологічні особливості фітопатогенних грибів *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary і *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel: монографія. Київ : ФОП Ямчинський О. В., 2021, 278 с.

7. Harveson R. M., Markell S. G., Block C. C., Gulya T. J. Compendium of Sunflower Diseases, 2016. 140 p. DOI: https://doi.org/10.1094/9780890545096.001

8. Марковська О. Є., Дудченко В. В., Очкала М. М. Ефективність систем захисту соняшнику від білої гнилі та пероноспорозу в умовах півдня України. Таврійський науковий вісник. 2025. № 142. Частина 1. С. 183–190. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.23

9. Bán R., Kovács A., Nisha N., Pálinkás Z., Zalai M., Yousif A. I. A., Körösi K. New and High Virulent Pathotypes of Sunflower Downy Mildew (*Plasmopara halstedii*) in Seven Countries in Europe. Journal of Fungi. 2021. № 7(7). P. 549. DOI: https://doi.org/10.3390/jof7070549

10. Körösi K., Kovács A., Nisha N., Bóta I., Perczel M., Alrashid Yousif A. I. New data on pathotype distribution and mefenoxam tolerance of Plasmopara halstedii in Hungary. Plant Protection Science. 2021. № 57(1). P. 31–37. DOI: https://doi.org/10.17221/73/2020-PPS

11. Поспєлов С. В., Поспєлов Г. Д., Нечипоренко Н. І., Міщенко О. В., Черняк О. О., Скляр С. С., Іванічко О. В. Аналіз фітопатогенного стану посівів соняшнику в період вегетації за різних агрокліматичних умов. Scientific Progress & Innovations. 2021. № (4). P. 133–141. DOI: https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.17

12. Андрійчук Т., Скорейко А. Кувшинов О. Оцінка фітосанітарного стану посівів соняшнику в Західному Лісостепу України. Міжвідомчий тематичний науковий збірник з фітосанітарної безпеки. 2021. № 67. С. 73–84. DOI: https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.73-84

13. Bahadur A., Dutta P. Diseases of sunflower (Helianthus annuus) and their integrated management. In Diseases of Oil Crops and Their Integrated Management. CRC Press, 2023. P. 1–25. DOI: https://doi.org/10.1201/9781032627960

14. Moin S., Ali S. A., Hasan K. A., Tariq A., Sultana V., Ara, J., Ehteshamul-Haque S. Managing the root rot disease of sunflower with endophytic fluorescent Pseudomonas associated with healthy plants. Crop protection. 2020. № 130, 105066. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.105066

15. Gulya T., Harveson R., Mathew F., Block C., Thompson S., Kandel H., Markell S. Comprehensive disease survey of U.S. sunflower: Disease trends, research priorities, and unanticipated impacts. Plant Disease. 2019. № 103(4). P. 601–618. DOI: https://doi.org/10.1094/PDIS-06-18-0980-FE

16. Venkataramanamma K., Rajendran L., Gopalakrishnan C. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) diseases and their management by integrated approach. In Diseases of Field Crops Diagnosis and Management, Apple Academic Press, 2020. P. 287–306. DOI: https://doi.org/10.1201/9780429321962

17. Saharan G. S., Mehta N. Disease management. In Sclerotinia diseases of crop plants: Biology, ecology and disease management. Springer, 2008. P. 359–386. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8408-9_19

18. Molinero-Ruiz L. Sustainable and efficient control of sunflower downy mildew by means of genetic resistance: A review. Theoretical and Applied Genetics. 2022. № 135. P. 3757–3771. DOI: https://doi.org/10.1007/s00122-022-04038-7

19. Gascuel Q., Martinez Y., Boniface M.-C., Vear F., Pichon M., Godiard L. The sunflower downy mildew pathogen *Plasmopara halstedii*. Molecular Plant Pathology. 2015. № 16(2). P. 109–122. DOI: https://doi.org/10.1111/mpp.12164

20. Bán R., Kiss J., Pálinkás Z., Körösi K. Placing Management of Sunflower Downy Mildew (*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni) under an Integrated Pest Management (IPM) System Approach: Challenges and New Perspectives. Agronomy. 2023. № 13(4). P. 1029. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy13041029

21. Madhusudhan P., Narasimhudu Y., Kumar K. A., Neelima S., Sarma A. S. R. Management of sunflower powdery mildew using fungicide. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2017. № 6(7). P. 1261–1264. DOI: http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2017.602.153

22. Моніторинг шкідників і хвороб сільськогосподарських культур : навч. посіб. / С. В. Станкевич та ін. Харків : ФОП Бровін О. В., 2020. 624 с.

23. Методики випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель та ін. Київ : Світ, 2001. 448 с.

24. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навчальний посібник. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.

Дата першого надходження статті до видання: 28.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.11:631.8
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.6

ПОЛІКОМПОНЕНТНІ ПРЕПАРАТИ НА ПШЕНИЦІ ОЗИМІЙ

Мешко Р. Г. *– аспірант кафедри агрохімії,*
Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
orcid.org/0009-0004-6309-7572
Ярчук І. І. *– д.с.-г.н., професор,*
професор кафедри агрохімії,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
orcid.org/0000-0002-8107-0582

Особливістю сучасних технологій вирощування пшениці озимої є використання біологічно активних речовин. Особливо активно вони застосовуються в полікомпонентних препаратів, які мають в своєму складі різні функціональні речовини з різним механізмом дії. Ці препарати можуть виконувати поживні, регуляторні, адаптивні та захисні функції. Використання таких препаратів дозволяє комплексно впливати на фізіологічні процеси рослин, спрямовувати ці процеси на формування максимальної продуктивності, сприяє скороченню загальної кількісті обробок, зменшенню антропогенного навантаження на агроекосистему, зменшенню ущільнення ґрунту, зниженню витрат пального та робочого часу.

Поява нових препаратів і активна їх реклама спонукала нас до вивчення комплексного впливу полікомпонентних препаратів на рослини пшениці озимої та встановлення ефективності використання полікомпонентних препаратів за умов різного рівня мінерального живлення.

Робота була проведена на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету протягом 2023–2025 років з сортом пшениці м'якої озимої Мудрість Одеська. Були використані мінеральні добрива: селітра аміачна (N 34 %), суперфосфат гранульований (P_2O_5 20 %) і нітроамофоска (N, P_2O_5, K_2O 16 %, 16 %, 16 %). Крім того на вивчення були поставлені такі препарати: ВітаСтар РК+S (в подальшому Вітастар), Поліамід, Антистрес, NewPlant NEO iQ (в подальшому NEO), NewPlant Стимулін iQ (в подальшому Стимулін), NewPlant UNI iQ (в подальшому UNI) і Дефенс, які використовувалися в різні строки.

Було встановлено, що найбільшу зернову продуктивність в середньому за два роки формували рослини на варіантах з внесенням повного мінерального добрива $N_{45}P_{45}K_{45}$ (основне) + N_{30} (по мерзлоталому ґрунту) і з використанням препаратів ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + Поліамід (навесні). Урожайність даного варіанта склала 3,93 т/га. Дещо нижчу урожайність отримано на тому ж самому варіанті, але без додаткового внесення препаратів: $N_{45}P_{45}K_{45}$ (основне) + N_{30} (по мерзлоталому ґрунту) – 3,90 т/га. Це на 1,85 т/га більше ніж на контролі.

Відносно високі показники (для посушливих років) отримано і при внесенні мінімальної кількості мінеральних добрив: P_{10} (основне) + N_{30} (по мерзлоталому грунту) – 3,65 т/га. А с додатковим внесенням комплексних препаратів: P_{10} (основне) + ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + N_{30} (по мерзлоталому грунту) + Поліамід (навесні) – 3,68 т/га, що на 1,63 т/га більше за контроль. Самі комплексні препарати без внесення мінеральних добрив давали значно менші прибавки до контролю. Кращій з них варіант: ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + Поліамід (навесні) дав прибавку по відношенню до контролю 0,24 т/га. Таким чином, використання комплексних препаратів, без внесення хоча б мінімальної кількості мінеральних добрив, не забезпечує суттєвої прибавки урожаю.

Ключові слова: *пшениця м'яка озима, мінеральні добрива, комплексні препарати, структура урожаю, продуктивність.*

© Мешко Р. Г., Ярчук І. І., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Meshko R. G., Yarchuk I. I. Multicomponent Preparations in Winter Wheat Cultivation

A characteristic feature of modern winter wheat cultivation technologies is the use of biologically active substances. They are most actively applied as part of multicomponent preparations that contain various functional compounds with different mechanisms of action. These preparations can perform nutritional, regulatory, adaptive, and protective functions. Their use makes it possible to comprehensively influence plant physiological processes, direct these processes toward the formation of maximum productivity, reduce the total number of treatments, decrease anthropogenic pressure on the agroecosystem, minimize soil compaction, and lower fuel consumption and labor costs.

The emergence of new products and their intensive promotion prompted us to study the integrated effects of multicomponent preparations on winter wheat plants and to determine the efficiency of their use under different levels of mineral nutrition.

The research was conducted at the experimental field of the Dnipro State Agrarian and Economic University during 2023–2025 using the soft winter wheat cultivar Mudrist Odeska. The following mineral fertilizers were applied: ammonium nitrate (N *34 %*), *granular superphosphate* (P_2O_5 *20 %*), *and nitroammophoska* (N, P_2O_5, K_2O *16 %, 16 %, 16 %*). *In addition, the following preparations were studied: VitaStar PK+S (hereinafter VitaStar), Polyamide, Antistress, NewPlant NEO iQ (hereinafter NEO), NewPlant Stymulin iQ (hereinafter Stymulin), NewPlant UNI iQ (hereinafter UNI), and Defense, which were applied at different growth stages.*

It was found that, on average over two years, the highest grain productivity was achieved in treatments with the application of complete mineral fertilization $N_{45}P_{45}K_{45}$ *(basal)* + N_{30} *(applied on frozen–thawed soil) combined with the use of VitaStar (pre-sowing) + Antistress (autumn) + Polyamide (spring). Grain yield in this treatment reached 3.93 t/ha. A slightly lower yield was obtained in the same fertilization treatment without additional preparations:* $N_{45}P_{45}K_{45}$ *(basal)* + N_{30} *(on frozen–thawed soil), which yielded 3.90 t/ha. This was 1.85 t/ha higher than the control.*

Relatively high yields (for dry years) were also obtained with the application of a minimal amount of mineral fertilizers: P_{10} *(basal)* + N_{30} *(on frozen–thawed soil), resulting in 3.65 t/ha. With the additional application of multicomponent preparations –* P_{10} *(basal) + VitaStar (pre-sowing) + Antistress (autumn) +* N_{30} *(on frozen–thawed soil) + Polyamide (spring) – yield increased to 3.68 t/ha, which was 1.63 t/ha higher than the control. The use of multicomponent preparations without mineral fertilizers resulted in significantly smaller yield increases compared with the control. The best of these treatments – VitaStar (pre-sowing) + Antistress (autumn) + Polyamide (spring) – provided a yield increase of only 0.24 t/ha over the control. Thus, the use of multicomponent preparations without at least a minimal application of mineral fertilizers does not ensure a substantial yield increase.*

Key words: *soft winter wheat, mineral fertilizers, multicomponent preparations, yield structure, productivity.*

Постановка проблеми. Прискорене нарощування виробництва продовольчого та фуражного зерна пшениці озимої (*Triticum aestivum L.*) можливе лише за умови використання сучасних технологій. В країнах ЄС сучасні інтенсивні технології вирощування пшениці озимої дозволяють отримати урожайність на рівні вищому за 7 т/га. В умовах північного Степу урожайність знаходиться в межах 3–4 т/га, що свідчить про невідповідність технологічних регламентів вирощування цієї культури [1, 2].

Незважаючи на значну роботу провідних науковців України існують резерви підвищення продуктивності пшениці озимої. Серед них пошук шляхів ефективного використання нових комплексних препаратів здатних гарантувати отримання високих і сталих урожаїв пшениці озимої в умовах посушливого клімату, що є актуальним завданням сучасної аграрної науки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інтенсифікація технології вирощування пшениці озимої вимагає використання сучасних засобів живлення рослин. Особлива увага при цьому приділяється полікомпонентним препаратам, які мають в своєму складі різні функціональні речовини з різним механізмом дії. Ці препарати можна розглядати як композиції активних речовин різної хімічної природи та функціонального призначення, що дає їм можливість виконувати поживні, регуляторні, адаптивні та захисні функції [3, 4].

Це дозволяє комплексно впливати на фізіологічні процеси рослин, спрямовувати ці процеси на формування максимальної продуктивності [3–5]. За останніми даними [6–9] використання комплексних препаратів сприяє підвищенню врожайності, покращенню якісних показників зерна та оптимізації витрат на захист рослин. Дослідженнями Д.В. Шейко [4] встановлено, що поєднання біологічно активних та комбінованих препаратів сприяє підвищенню фотосинтетичного потенціалу та продуктивності посівів. Доведено, що поєднання систем живлення, захисту з елементами біологізації призводять до покращення технологічних показників зерна, зокрема вмісту білка та клейковини, стабілізації урожайності за несприятливих погодних умов [5, 7].

Потреба в таких препаратах виникла вже давно і зумовлена вимогами виробництва. Так, поєднання кількох діючих речовин у складі фунгіцидів дозволяє розширити спектр контрольованих патогенів. Встановлено, що застосування полікомпонентних препаратів на пшениці озимій забезпечує зниження ураження листкового апарату та сприяє збереженню асиміляційної поверхні [6]. Хімічний захист у поєднанні з біостимуляторами дає можливість не лише підвищує урожайність, а й зменшити рівень мікотоксинів у зерні пшенці, що має важливе значення для харчової промисловості та економічної ефективності виробництва [9].

Полікомпонентні препарати, що поєднують мікроелементи, амінокислоти та гумінові речовини. позитивно впливають на формування кореневої системи та початковий ріст пшениці озимої [3].

Також встановлено, що поєднання мікробних та немікробних біостимуляторів для живлення пшениці підвищує засвоєння азоту і фосфору, що в свою чергу сприяє формуванню більш продуктивного агроценозу [10].

Поділ полікомпонентних препаратів на фунгіцидні, інсектицидні, поживні та біологічно активні комплекси доволі умовний. Хоча зустрічаються і комплекси речовин єдиного спрямування. Так препарат інтегрованого живлення [8] містить як мінеральні макро- та мікроелементи, так і біостимулятори та мікробіологічні компоненти, що сприяють кращому використанню поживних речовин рослинами. В цілому ж склад комплексних препаратів може бути найрізноманітним, що значно ускладнює визначення долі впливу кожного з них.

Використання полікомпонентних препаратів сприяє скороченню загальної кількісті обробок, зменшенню антропогенного навантаження на агроекосистему, зменшенню ущільнення ґрунту, зниженню витрат пального та робочого часу.

Постановка завдання. Метою досліджень було вивчення комплексного впливу полікомпонентних препаратів на рослини пшениці озимої, визначення оптимізації живлення та стимуляції фізіологічних процесів в умовах північного Степу. А також встановити ефективність використання полікомпонентних препаратів за умов різного рівня мінерального живлення.

Матеріал і методика досліджень. Польові досліди проводили на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету протягом 2023–2025 років. Ґрунтовий покрив представлений чорноземом звичайним малогумусним середньосуглинковим. Потужність гумусованого профілю 75 см. Вміст гумусу (за Тюріним) у верхній частині гумусо-акумулятивного горизонту становить 3,1–3,2 %. Вміст у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) азоту, що легко гідролізується (за Тюріним та Кононовою), становить 8,0–8,5 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чириковим) – 9,0–10,0 мг/100 г ґрунту і обмінного калію (за Масловою) – 14,0–15,0 мг/100 г ґрунту.

Погодні умови в роки проведення досліджень були характерними для зони Степу: 2023/2024 посушливий, а 2024/2025 гостро посушливий. Це повністю відповідає сучасним тенденціям в зміні клімату [11].

Польовий дослід з сортом пшениці озимої Мудрість Одеська закладали систематичним методом після соняшника. Облікова площа ділянок складала 30 м^2, повторність трикратна. Технологія вирощування пшениці озимої відповідала зональним рекомендаціям [12] крім заходу, який вивчався. Висівали пшеницю навісною сівалкою СН-16 з міжряддям 15 см, збирали урожай прямим комбайнуванням за допомогою комбайну «Sampo-500». Зерно зважували і перерахували на 100 % чистоту і стандартну вологість. Отримані урожайні дані оброблялись стандартним методом дисперсійного аналізу.

В досліді використовували мінеральні добрива: селітру аміачну (N_{34} %), суперфосфат гранульований (P_2O_5 20 %) і нітроамофоску (N, P_2O_5, K_2O 16 %, 16 %, 16 %).

А також вивчалася ціла низка препаратів: ВітаСтар РК+S (в подальшому Вітастар), Поліамід, Антистрес, NewPlant NEO iQ (в подальшому NEO), NewPlant Стимулін iQ (в подальшому Стимулін), NewPlant UNI iQ (в подальшому UNI) і Дефенс які використовувалися в різні строки. Їх короткі характеристики такі. ВітаСтар – концентроване фосфорно-калійне органо-мінеральне добриво з додаванням сірки та органічних компонентів (органічний вуглець, біоактивні сполуки). Поліамід – препарат стимулюючої дії; у практиці застосовують продукти з амідною (карбамідною) формою азоту та біоактивними добавками (амінокислоти/органічні кислоти/ПАР). Антистрес – антистресова композиція на основі біоактивних компонентів; приклад складу для лінійки iQ: L-амінокислоти 400 г/л, гумати 10 г/л, ПАР 3 %. NEO – комплексне мікродобриво/стимулятор; містить макро- і мікроелементи у доступних (часто хелатних) формах. Стимулін – біостимулюючий продукт для підтримки кущення та розвитку листкової поверхні; містить біоактивні компоненти (амінокислоти, гумінові/фульвові речовини) та мікроелементи. UNI – комплексне мікродобриво для підтримки продуктивного стеблостою та елементів урожайності; поєднання NPK і мікроелементів. Дефенс – Інкрустант/технологічна композиція: плівкоутворювачі (водорозчинні полімери), полісахариди, барвник; допоміжні добавки (антипінні силіконові компоненти тощо).

Виклад основного матеріалу. Польові досліди закладались в умовах недостатньої забезпеченості вологою. Насіння сходило з незначним запізненням, сходи були нерівномірними. Рослини в осінній період відставали в рості та розвитку і входили в зиму не розкущившись. За таких умов на перших етапах розвитку рослин особливих відмінностей між варіантами не спостерігались. Дещо більшим габітусом вирізнялися рослини на варіантах з внесенням основного мінерального добрива (варіанти 2, 3, 9 і 10). В подальшому рослини без значних втрат перезимували і в продовжили розвиток у умовах дефіциту вологи. Біометричні показники перших фаз розвитку рослин не подаються в статті так, як значна частина препаратів вноситься протягом вегетації, і є сенс розглянути відмінності між варіантами лише на час достигання зерна (табл. 1).

Відповідно до мети даного досліду, одразу можна зазначити, що внесення повного мінерального добрива дало найвагоміший ефект порівняно з окремими комплексними препаратами.

Розбір снопових зразків на структуру урожаю показав, що найбільш розвиненими були рослини на варіантах з внесенням повного мінерального добрива $N_{45}P_{45}K_{45}$. Так найбільшої висоти досягали рослини на варіанті де крім повного основного внесення мінеральних добрив були використані препарати ВітаСтар

Таблиця 1

Основні елементи структури урожаю пшениці озимої сорту Мудрість Одеська залежно від використаних добрив і полікомпонентних препаратів (середнє за 2024 та 2025 рр.)

Варіант	Показник						
	Висота рослин, см	Кількість всіх рослин на 1 м^2, шт.	Кількість всіх стебел на 1 м^2, шт.	Кількість продуктивних стебел на 1 м^2, шт.	Коефіцієнт продуктивного кущення	Маса зерна з колоса, г	Маса 1000 зерен, г
1. Контроль (без добрив і препаратів)	49,9	355,1	478,4	419,4	1,18	0,55	36,2
2. P_{10} (припосівне) + N_{30} (по мерзлоталому грунту)	64,6	321,6	409,2	370,5	1,15	0,81	35,6
3. $N_{45}P_{45}K_{45}$ (основне) + N_{30} (по мерзло-талому грунту)	68,7	303,2	382,2	338,7	1,11	0,93	34,8
4. ВітаСтар (передпосівне) + N_{30} (по мерзлоталому грунту)	63,1	315,9	441,5	398,0	1,26	0,80	34,6
5. ВітаСтар (передпосівне) + Поліамід (навесні)	53,2	283,4	365,5	321,9	1,14	0,62	36,1
6. ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + Поліамід (навесні)	52,4	330,3	411,4	373,5	1,13	0,59	38,5
7. NEO (3–4 листка) + Стимулін (кущення) + UNI (трубкування)	54,5	336,3	411,7	380.2	1,13	0,65	38,1
8. Дефенс (інкрустація) + ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + Поліамід (навесні)	56,8	320,4	396,3	387,9	1,21	0,60	36,3
9. P_{10} (припосівне) + ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + N_{30} (по мерзло-талому грунту) + Поліамід (навесні)	66,0	331,4	407,4	374,5	1,13	0,87	36,0
10. $N_{45}P_{45}K_{45}$ (основне) + ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + N_{30} (по мерзло-талому грунту) + Поліамід (навесні)	69,7	335,0	471,0	413,3	1,23	0,98	36,9

(передпосівне) + Антистрес (восени) + N_{30} (по мерзлоталому ґрунту) + Поліамід (навесні) (варіант № 10). В середньому за два роки висота цих рослин сягала 69,7 см. Дещо нижчими були рослини з внесенням під основну обробку $N_{45}P_{45}K_{45}$ і N_{30} по мерзлоталому ґрунту – 68,7 см (варіант № 3). Також значною висотою виділялися рослини варіанту з внесенням при сівбі суперфосфату P_{10} і підживленням навесні аміачною селітрою (варіант № 2) – 64,6 см і варіант № 9 при внесенні P_{10} (припосівне) + ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + N_{30} (по мерзлоталому ґрунту) + Поліамід (навесні) – 66,0 см.

Всі комплексні препарати значно поступалися традиційним мінеральним добривам в ефективності впливу на рослини. Серед варіантів з виключенням мінеральних добрив найбільшої висоти досягли рослини варіанту № 8 – Дефенс

(інкрустація) + ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + Поліамід (навесні). Висота рослин пшениці при такій багатократній обробці складала всього 56,8 см. Це на 12,9 см нижче ніж за кращий варіант з внесенням повного мінерального добрива, але на 6,9 см вище за контроль.

Серед показників, які мають найбільший вплив на формування урожайності, це кількість продуктивних стебел на одиниці площі і маса зерна з колоса. Кількість продуктивних стебел на метрі квадратному була найбільшою на контролі (варіант № 1 – 419,4 шт.) і на варіанті з внесенням повного мінерального добрива і підживлення у поєднання з обробкою препаратами ВітаСтар (передпосівне), Антистрес (восени) і Поліамід (навесні) (варіант № 10 – 413,3 шт.). Високі показники на контролі можуть бути пояснені тим, що дані рослини добре збереглися впродовж вегетації (355,1 шт. рослин на 1м^2) через незначний розвиток і слабку конкуренцію між рослинами.

На відміну від рослин контрольного варіанту рослини варіанту № 10 були добре розвинені, а високий показник кількості продуктивних стебел (413,3 шт./м^2) може бути пояснений дією комплексних препаратів (ВітаСтар (передпосівне), Антистрес (восени) і Поліамід (навесні), які забезпечили добру виживаність рослин.

Високу масу зерна з колоса формували лише рослини які отримали повне мінеральне добриво під основний обробіток і весняне підживлення. Це варіанти № 3 і № 10. Саме достатнє забезпечення рослин основними елементами живлення гарантує добре виповнення колоса.

Відповідно даним структури урожаю отримані і урожайні дані (табл. 2). Найбільш вагомий урожай в середньому за два роки було отримано на варіанті № 10 ($N_{45}P_{45}K_{45}$ (основне) + ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + N_{30} (по мерзлоталому грунту) + Поліамід (навесні) – 3,93 т/га і варіанті № 3 ($N_{45}P_{45}K_{45}$ (основне) + N_{30} (по мерзлоталому ґрунту) – 3,90 т/га. Це на 1,8 т/га більше ніж на контролі.

Таблиця 2

Урожайність зерна пшениці озимої Мудрість Одеська залежно від застосування добрив і полікомпонентних препаратів, т/га

Варіант	Рік		
	2024	2025	середнє
1. Контроль (без добрив і препаратів)	2,49	1,61	2,05
2. P_{10} (основне) + N_{30} (по мерзлоталому грунту)	5,38	1,92	3,65
3. $N_{45}P_{45}K_{45}$ (основне) + N_{30} (по мерзло-талому грунту)	5,88	1,92	3,90
4. ВітаСтар (передпосівне) + N_{30} (по мерзло-талому грунту)	4,03	1,70	2,87
5. ВітаСтар (передпосівне) + Поліамід (навесні)	2,34	1,69	2,02
6. ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + Поліамід (навесні)	2,83	1,74	2,29
7. NEO (3-4 листка) + Стимулін (кущення) + UNI (трубкування)	2,54	1,71	2,13
8. Дефенс (інкрустація) + ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + Поліамід (навесні)	1,97	1,69	1,83
9. P_{10} (основне) + ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + N_{30} (по мерзлоталому грунту) + Поліамід (навесні)	5,42	1,93	3,68
10. $N_{45}P_{45}K_{45}$ (основне) + ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + N_{30} (по мерзлоталому грунту) + Поліамід (навесні)	5,92	1,93	3,93
НІР$_{05}$ у 2024 р. А – 0,05; В – 0,11; АВ – 0,16; у 2025 р. А – 0,04; В – 0,10; АВ – 0,14			

Хороші також результати отримані і при мінімальному внесенні мінеральних добрив – варіанти № 2 (P_{10} (основне) + N_{30} (по мерзлоталому грунту) – 3,65 т/га і № 9 (P_{10} (основне) + ВітаСтар (передпосівне) + Антистрес (восени) + N_{30} (по мерзлоталому грунту) + Поліамід (навесні) – 3,68 т/га.

Використання комплексних препаратів без внесення мінеральних добрив, як правило, не давало суттєвої прибавки урожаю.

Висновки. Полікомпонентні препарати, які містять речовини різного походження і фізіологічного спрямування можуть призводити до суттєвого підвищення продуктивності пшениці лише за умови хоча б мінімального забезпечення рослин мінеральними добривами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Чугрій Г. А. Особливості реалізації потенціалу продуктивності сортів пшениці озимої в агрокліматичних умовах Донецької області. *Таврійський вісник*. Херсон, 2018. № 102. С. 9–14.
2. Вернера І. Є. Статистичний щорічник України за 2024 р. Statistical Yearbook of Ukraine. К. : Держстат України, 2024. 268 с. URL: https://ukrstat.gov. ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_23_u.pdf (дата звернення 24.08.25)
3. Юрченко С. О., Палазюк Б. О. Вплив мікоризного препарату на формування урожайності зерна пшениці м'якої озимої (Triticum aestivum L.) : тези доп. І Міжнар. наук.-практ. конф. Полтава : ПДАУ, 2025. С. 21–23.
4. Шейко Д. В. Фотосинтетичний потенціал сортів пшениці озимої залежно від способів застосування біологічно активних препаратів в умовах Західного Лісостепу. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 96–102. DOI:10.32848/agrar.innov.2023.19.18
5. Хоміна В. Я., Шейко Д. В. Елементи біологізації як засіб поліпшення технологічних показників та якісного складу зерна пшениці озимої. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. № 2. С. 45–52. DOI:10.37406/2706905220232.5
6. Ефективність застосування біопрепаратів на пшениці озимій / Г. Д. Поспєлова та ін. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27(4). С. 37–42. DOI:10.31210/spi2024.27.04.07
7. Вплив різних систем біологічного захисту рослин на врожайність та якість зерна пшениці озимої в органічному землеробстві / С. О. Заєць та ін. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 61–68. DOI:10.32848/agrar.innov.2024.23.11
8. Sharma S., Kandel N., Chaudhary P., Rai P. A review on integrated nutrient management on wheat (Triticum aestivum L.). *Reviews in Food and Agriculture*. 2020. Vol. 1 (1). P. 32–37.
9. Lozowicka B., Iwaniuk P., Konecki R. Impact of diversified chemical and biostimulator protection on yield, health status, mycotoxin level, and economic profitability in wheat (Triticum aestivum L.) cultivation. *Agronomy*. 2022. Vol. 12 (2). Article 258. DOI:10.3390/agronomy12020258
10. Pathak D., Suman A., Dass A. Enhancing wheat growth and nutrient content through integrated microbial and non-microbial biostimulants. *Physiologia Plantarum*. 2024. DOI:10.1111/ppl.14485
11. Vyshnevskyi V. I. Climate Change in Ukraine and Its Consequences. *Journal of Landscape Ecology*. 2025. 18. 4. https://sciendo.com/article/10.2478/jlecol-2025-0032
12. Сучасні технології вирощування пшениці озимої в зоні Степу. НААН України / Черенков А. В. та ін. Дніпропетровськ, Інститут сільського господарства степової зони. 2014. 115 с.

Дата першого надходження статті до видання: 30.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.11:631.8:551.583(477.7)
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.7

DYNAMICS OF GROWTH PROCESSES OF WINTER WHEAT VARIETIES UNDER DIFFERENT NUTRITION BACKGROUNDS AND WEATHER CONDITIONS OF THE YEAR IN SOUTHERN UKRAINE

Mynkina H. O. *– Candidate of Agricultural Sciences,*
Associate Professor at the Department of Botany and Plant Protection,
Kherson State Agrarian and Economic
orcid.org/0000-0003-2240-9301

In the context of modern climate change and the growing need to ensure food security, research into adaptive technologies for growing winter wheat is becoming particularly important. Frequent droughts, temperature fluctuations and unstable weather conditions necessitate the development of new approaches to fertilization and the optimization of agrotechnical measures.

The aim of this work is to scientifically substantiate and experimentally verify the effectiveness of agrotechnical measures for growing winter wheat under different weather conditions throughout the year, taking into account the biological characteristics of modern varieties.

To achieve this goal, the research programmer included the following tasks: to study the influence of the nutritional background and weather conditions of the year on the dynamics of growth processes of winter wheat varieties.

Research methods: field, laboratory, statistical, comparative.

The study is three-factor, including the following factors and variants: Factor A (varieties) – Nikonia; Kuyalnik; Factor B (nutrient background): 1 – without fertilizers; 2 – calculated dose of 7.0 t/ha ($N_{120}P_{90}$); *3 – calculated dose of 9.0 t/ha* ($N_{150}P_{120}$); *Factor C – weather conditions of the year (2022, 2023, 2024).*

The results of the studies showed that the accumulation of dry biomass by winter wheat plants depended on the stage of development, nutrient background and variety. Thus, on average for all years of research, in the variant of the calculated fertilizer dose for a grain yield of 7.0 t/ha, winter wheat plants of the Nikonia variety accumulated 638.3 g/m^2 of dry matter during the stem elongation phase, and at 9 t/ha – 789.4 g/m^2, while when growing plants without fertilisers, only 473.7 g/m^2 of dry biomass was accumulated. Plants of the winter wheat variety Kuyalnik formed practically the same amount of dry aboveground mass, with the indicated indicators amounting to 597.3, 711.0 and 451.0 g/m^2, respectively, or slightly less than those for the Nikonia variety.

Thus, under the conditions of the experiment, the largest above-ground mass of winter wheat plants of the Nikonia variety was formed in the variants of applying the $N_{150}P_{120}$ *fertilizer dose in the most favorable weather conditions of 2023.*

Further research should be aimed at a comprehensive study of the interaction of nutrition, climate and varietal characteristics, which will increase the stability of yield and grain quality.

Key words: *winter wheat, variety, nutrient background, growth dynamics, weather conditions, plant height.*

Минкіна Г. О. Динаміка ростових процесів сортів пшениці озимої за різних фонів живлення та погодних умов року півдня України

В умовах сучасних кліматичних трансформацій та потреби що зростає у забезпеченні продовольчої безпеки особливого значення набувають дослідження адаптивних технологій вирощування пшениці озимої. Часті прояви посухи, температурні коливання та нестабільність погодних факторів зумовлюють необхідність розробки нових підходів до системи удобрення та оптимізації агротехнічних заходів.

© Mynkina H. O., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Метою роботи є наукове обґрунтування та експериментальна перевірка ефективності агротехнічних заходів вирощування озимої пшениці за різних погодних умов року з урахуванням біологічних особливостей сучасних сортів.

Для досягнення поставленої мети програмою досліджень передбачались такі завдання: вивчити вплив фону живлення та погодних умов року на динаміку ростових процесів сортів пшениці озимої.

Методи дослідження: польові, лабораторні, статистичні, порівняльні.

Дослід трифакторний, включає такі фактори та варіанти: Фактор А (сорти) – Ніконія; Куяльник; Фактор В(фон живлення): 1 – без добрив; 2 – розрахункова доза на 7,0 т/га ($N_{120}P_{90}$); *3 – розрахункова доза на 9,0 т/га* ($N_{150}P_{120}$); *Фактор С – погодні умови року(2022,2023,2024).*

Результати досліджень показали, що накопичення сухої біомаси рослинами пшениці озимої залежало від фази розвитку, фону живлення та сорту. Так, у середньому за всі роки досліджень у варіанті розрахункової дози добрив на рівень урожайності зерна 7,0 т/га у фазу виходу рослин пшениці озимої сорту Ніконія у трубку вони накопичили сухої речовини 638,3 г/м^2, а на 9 т/га – 789,4 г/м^2, тоді як за вирощування рослин без добрив сухої біомаси накопичилося лише 473,7 г/м^2. Рослини сорту пшениці озимої Куяльник формували практично таку ж кількість сухої надземної маси, зазначені показники відповідно склали 597,3; 711,0 та 451,0 г/м^2, або виявилися дещо меншими порівняно з аналогічними для сорту Ніконія.

Таким чином в умовах проведення досліду найбільшу надземну масу рослини пшениці озимої сорту Ніконія формували на варіантах застосування дози добрив $N_{150}P_{120}$ *у найбільш сприятливий за погодними умовами 2023 рік.*

Подальші дослідження мають бути спрямовані на комплексне вивчення взаємодії факторів живлення, клімату та сортових особливостей, що дозволить підвищити стабільність урожайності та якість зерна.

Ключові слова: *пшениця озима, сорт, фон живлення, динаміка росту, погодні умови, висота рослин.*

Statement of the problem. Problem statement. In the current context of global climate change and growing demand for food security, research into adaptive technologies for winter wheat cultivation is becoming particularly important. Frequent droughts, temperature stresses and unstable weather conditions require new approaches to fertilisation and agrotechnical management. For Ukraine, which is one of the key exporters of grain crops, ensuring stable yields and high quality of winter wheat is of strategic importance for both the domestic market and international trade.

Modern winter wheat varieties have high productivity potential, but this can only be realised through the application of optimal agrotechnical measures that correspond to the biological characteristics of the crop. The growth and development processes of wheat are multifactorial and depend on the interaction of the genotype with the weather conditions of the year.

Among the key factors determining the growth and development of winter wheat, weather conditions and fertilisation play a particularly important role. Their constant influence requires in-depth analysis, both in terms of their interaction and separately, as they determine the quantitative parameters of above-ground mass, which ensures production stability.

Scientific research and practical experience in the field of agricultural production prove that high productivity rates of modern winter wheat varieties are only possible with the correct application of agrotechnical measures that are consistent with its biological characteristics. The processes of growth and development of this crop are complex and multifaceted, so without taking into account the response of a specific genotype to a set of agrotechnical measures in certain soil, climatic and weather conditions, it is difficult to predict the results. That is why conducting such research in different natural zones remains extremely relevant.

Analysis of recent studies and publications. The state of research on this issue shows that the productivity of winter wheat in southern Ukraine largely depends on

a combination of agrotechnical measures, nutrient levels, and weather conditions during the year. Research is being conducted to optimise fertilisation systems and adapt varieties to climatic challenges.

Above-ground mass is quite important in the life of plants. They mobilise carbohydrates, nitrogenous and other substances from it to form the productive part of the crop. Therefore, starting from the first stages of development, the accumulation of large vegetative mass of plants is an important condition for the formation of a high yield. Smirnova I. V. notes a direct relationship between wheat grain yield and the mass of vegetative organs. The above-ground mass of plants plays a particularly important role in southern Ukraine, where a significant part of the leaf apparatus dies off before the wheat grain filling period [1]. According to scientists, if the overall habitus of plants is achieved by creating the best conditions for lighting, moisture and nutrition, then their productivity will be maximised [2].

The author [3] emphasises that optimal provision of nutrients to plants is the basis for high winter wheat productivity. He notes that nitrogen fertilisers have the greatest impact on the intensity of growth processes, while phosphorus and potassium provide resistance to adverse conditions.

Gamayunova V. V. et al. indicate that the fertilisation system must be adapted to specific soil and climatic conditions, as an excess or deficiency of nutrients can lead to a decrease in grain quality [4].

S. O. Kalenska proves in her works that the dynamics of winter wheat growth processes largely depend on the temperature regime in the spring-summer period. She points out that high temperatures during the grain filling phase lead to a decrease in the weight of 1000 grains. The climate of southern Ukraine is characterised by frequent spring droughts, which significantly affect the tillering phase. She emphasises that even with optimal nutrition, a lack of moisture can reduce yields by 25–30 % [5].

Y. O. Tarariko emphasises that weather conditions are a decisive factor in yield stability and determine the effectiveness of fertiliser use. He believes that a combination of drought-resistant varieties and optimised nutrition systems is relevant for southern Ukraine [6].

V. M. Pysarenko stresses that research should focus on studying the interaction between weather conditions and agrotechnical measures, as only a comprehensive approach can achieve stable results [7].

The author notes that adapting cultivation technologies to the climatic risks of southern Ukraine is a key task for modern agricultural science [8].

Absolute values of above-ground mass growth are external indicators of internal processes occurring in plants. Therefore, it is fair to judge the impact of a particular factor on a plant by the rate of above-ground mass growth. To a large extent, the intensity of biomass accumulation by plants depends on the level of mineral nutrition. The use of high doses of nitrogen significantly increases the above-ground mass of wheat, but at the same time reduces grain yield and protein content. Therefore, in sufficiently humid and not hot climates, grain crops require moderate nitrogen nutrition.

Thus, the authors agree that the nutritional background creates productivity potential, but its realisation depends on the weather conditions of the year. Droughts and high temperatures remain the main limiting factors for southern Ukraine.

Problem statement. The productivity of any agricultural crop is influenced by many factors, including those under study, and develops systematically throughout the entire growing season. Research on the production processes of winter wheat varieties was aimed at determining the influence of the studied factors – fertilisers and weather conditions of the year – on the processes of growth and development and the

accumulation of vegetative mass. Observations of the growth of above-ground plant mass, leaf area, and linear height showed that these indicators depended on and changed under the influence of the studied factors and throughout the growing season.

The objectives of the study were: to analyse the influence of weather conditions and fertilisation systems on the growth and development of winter wheat varieties; to evaluate the effectiveness of fertiliser application and its role in the formation of above-ground plant mass; to develop recommendations for optimising winter wheat cultivation technology to ensure stable productivity in the context of climate change.

Object of study. Processes of growth, development and formation of above-ground mass of winter wheat varieties under different weather conditions and nutrient backgrounds.

Subject of study. Influence of agrotechnical measures on the formation of above-ground mass of winter wheat.

Research methods: field experiments – establishment of experimental plots with different fertilisation systems and varieties under different weather conditions throughout the year; laboratory analyses – determination of phenological and biometric indicators of growth and development of winter wheat varieties; statistical methods – mathematical processing of research results; comparative analysis – evaluation of the effectiveness of agrotechnical measures under different weather conditions throughout the year.

The research was conducted during 2022–2024 on southern chernozem at the Chas farm in the village of Novomykolaivka, Beryslav district, Kherson region. The 0–30 cm soil layer contains 2.9–3.4 % humus, 25–30 mg/kg of mobile nitrogen, 40–45 mg/kg of P_2O_5 and 370–520 mg/kg of K_2O.

The experiment is three-factor, including the following factors and variants: Factor A (varieties) – Nikonia; Kuyalnik; Factor B (nutrient background): 1 – without fertilisers; 2 – calculated dose of 7.0 t/ha ($N_{120}P_{90}$); 3 – calculated dose of 9.0 t/ha ($N_{150}P_{120}$); Factor C – weather conditions of the year (2022, 2023, 2024).

The total area of the plot is 80 m², the recorded area is 50 m², and the experiment is repeated four times. The total area of the experimental field per year is 1950 m² per year. The variants are arranged sequentially.

The agricultural technology used to grow winter wheat in the experiment was generally accepted for the conditions of the region, except for the factors under study.

Peas were the predecessor of winter wheat in the experiment. Post-harvest residues were ploughed into the soil to enrich it with organic matter and biological nitrogen.

Research, observation of plant condition, and sampling for biometric indicators were carried out in accordance with research methods and regional methodological recommendations [9; 10; 11].

Presentation of the main research material. During the years when we conducted research on the winter wheat varieties Nikonia and Kuyalnik, winter wheat plants grown on fertilised soils were significantly taller. If unfertilised plants of the Nikonia winter wheat variety at the beginning of stem elongation, depending on the year of research, reached a height of 23.6–34.0 cm, then at the beginning of heading this indicator increased to 36.5–88.2 cm. The application of mineral fertilisers significantly affected the height of winter wheat plants, increasing it to 32.0–40.9 cm and 54.0–99.5 cm in the Nikonia variety, respectively (Fig. 1).

Similarly, the height of winter wheat plants of the Kuyalnik variety changed under the influence of the studied factors and years of research (Fig. 2).

Again, the plants were the shortest in the severely dry year of 2022. The application of mineral fertilisers in that year, compared to other years of research, significantly

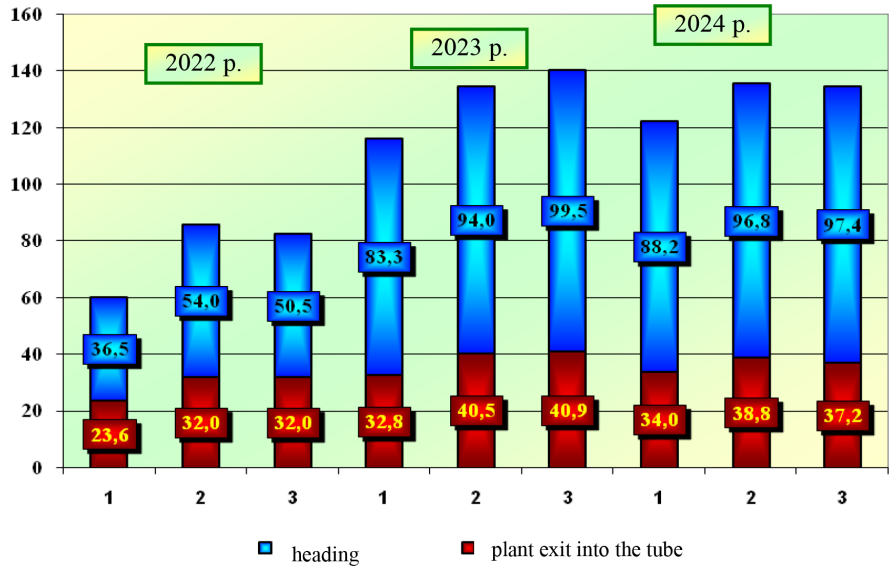


Fig. 1. Influence of nutritional background and weather conditions of the years of research on the height of winter wheat plants of the Nikonia variety, cm

Notes: 1 – without fertilizers; 2 – calculated dose for 7.0 t/ha; 3 – calculated dose for 9.0 t/ha

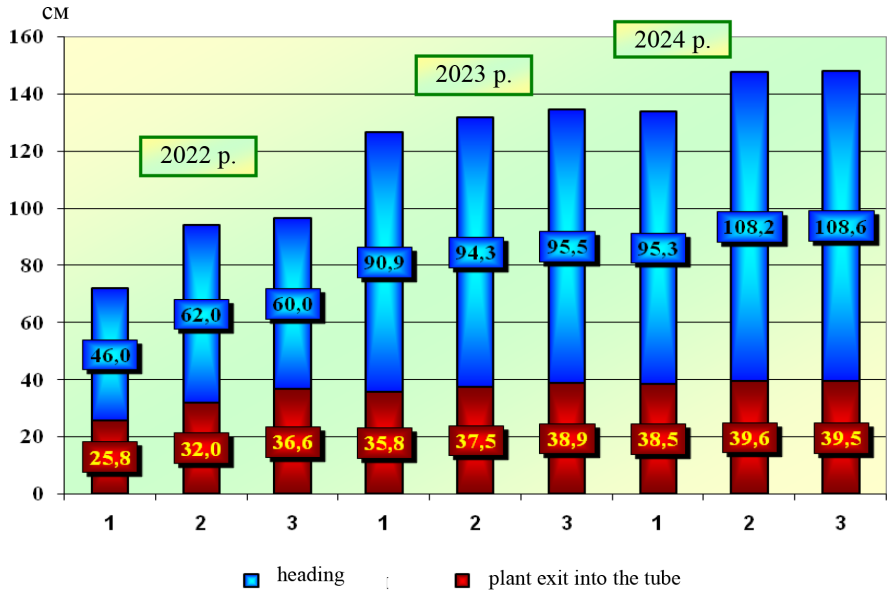


Fig. 2. The influence of fertilizers and weather conditions of the year on the height of winter wheat plants of the Kuyalnik variety, cm

Notes: 1 – without fertilizers; 2 – calculated dose for 7.0 t/ha; 3 – calculated dose for 9.0 t/ha

increased this indicator. Thus, during the earing period in the cultivation of the Kuyalnik winter wheat variety, the height of unfertilised plants was 46.0 cm, and after fertilisation, it increased to 60–62 cm, or by 30.4–34.7 %. In 2024, unfertilised winter wheat plants reached a height of 95.3 cm, while fertilised plants reached 108.2–108.6 cm, or an increase of only 13.9 %. The growth of total plant biomass is important in the formation of the economically valuable part of the crop yield.

Absolute indicators of above-ground mass growth are external indicators of the production processes taking place in them. To a large extent, the intensity of biomass accumulation by plants depends on growing conditions. The most important role in the formation of this indicator belongs to the mineral nutrition of plants. It is from the above-ground mass that plants mobilise carbohydrates, nitrogenous and other substances.

In the first days after the resumption of spring vegetation, the intensity of above-ground mass accumulation by both varieties was low.

Already in the phase of plant emergence, the rate of above-ground biomass accumulation by winter wheat plants increases and significantly depends on the nutritional background and weather conditions of the years of research. The data show that in the severely dry year of 2022, above-ground mass accumulated during the stem elongation phase was almost 7–8 times less than in subsequent years of research.

In the dry year of 2022, the plants of the winter wheat varieties we studied accumulated significantly less raw above-ground mass during all major vegetation periods than in other years of observation.

The study of the influence of weather conditions of the year and the differentiation of the mineral nutrition background on the dynamics of plant mass accumulation in two varieties of winter wheat revealed some discrepancies.

No significant regular differences between the winter wheat varieties studied were observed in this indicator. However, in most periods of sampling and determination of vegetative mass, it was slightly higher in plants of the Nikonia variety.

The application of mineral fertilisers had a positive effect on the growth of above-ground plant biomass, which increased depending on the dose of mineral nutrition applied to winter wheat. This dependence was observed even in the severely drought-stricken and unfavourable weather conditions of 2022.

In the same way as the growth of raw plant biomass, the amount of dry matter also accumulated, since this indicator is determined by calculation and depends on the moisture content of the plant mass during the growing season and its yield per unit area.

The accumulation of dry biomass by winter wheat plants depended on the stage of development, nutritional background and variety. Thus, on average for all years of research, in the variant of the calculated fertilizer dose for a grain yield of 7.0 t/ha, winter wheat plants of the Nikonia variety accumulated 638.3 g/m^2 of dry matter during the stem elongation phase, and at 9 t/ha – 789.4 g/m^2, while when growing plants without fertilisers, only 473.7 g/m^2 of dry biomass was accumulated. Plants of the winter wheat variety Kuyalnik formed practically the same amount of dry above-ground mass, with the indicated indicators amounting to 597.3, 711.0 and 451.0 g/m^2, respectively, or slightly less than those for the Nikonia variety.

Conclusions. Our research and calculations showed that mineral nutrition and weather conditions of the year influenced the dynamics of growth processes of winter wheat crops.

The growth and development of winter wheat varieties depended on the factors studied, namely nutrition and varieties, and very significantly on the weather conditions of the years of research.

Winter wheat plants grown on mineral fertiliser backgrounds were significantly taller. Thus, during the stem elongation period, unfertilised plants of the Nikonia variety reached a height of 23.6–34.0 cm, and on fertilised soils 32.0–40.9 cm. In further vegetation at the beginning of earing, these indicators were 36.5–88.2 and 54.0–99.5 cm, respectively.

The lowest height was observed in plants of the studied winter wheat varieties in the sharply arid and least favourable weather conditions of 2022. The plants reached their maximum height in all periods of determination when grown with the calculated fertilizer dose for a grain yield of 9.0 t/ha ($N_{150}P_{120}$).

Thus, under the conditions of the experiment, the largest above-ground mass of winter wheat plants of the Nikonia variety was formed in the variants of applying the $N_{150}P_{120}$ fertilizer dose in the most favorable weather conditions of 2023.

Further research should be aimed at a comprehensive study of the interaction of nutrition, climate and varietal characteristics, which will increase the stability of yield and grain quality.

REFERENCES:

1. Смірнова І. В. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від фону живлення в умовах Південного степу України : автореф. дис. канд. с.-г. наук : Миколаїв: Миколаївський національний аграрний університет, 2021. 20 с.
2. Ріст і розвиток пшениці озимої у весняно-літній період вегетації залежно від умов мінерального живлення в Правобережному Лісостепу України / Господаренко Г.М. та ін., Умань: Вісник Уманського національного університету садівництва № 1, 2020. С. 45–52.
3. Мунтян О. В. Вплив азотного живлення та погодних умов на формування елементів продуктивності озимої пшениці в умовах Півдня України : дис. канд. с.-г. наук : Херсон: Херсонський державний аграрний університет, 2019. 180 с.
4. Гамаюнова В. В., Коковіхін С. В. Агротехнічні прийоми вирощування озимої пшениці в умовах Південного степу України : монографія. Айлант. Херсон, 2018. 240 с.
5. Каленська С. О. Вплив кліматичних умов на продуктивність зернових культур у степовій зоні України: Наукові праці Національного університету біоресурсів і природокористування України. Вип. 12. Київ, 2017. С. 112–118.
6. Тараріко Ю. О. Адаптація технологій вирощування озимої пшениці до кліматичних ризиків Півдня України : монографія. Київ : Інститут землеробства НААН, 2016. 198 с.
7. Писаренко В. М. Система удобрення та її роль у формуванні врожайності озимої пшениці : навч. посіб. Полтава, 2015. 156 с.
8. Минкіна Г. О. Залежність ураженості посівів озимої пшениці від застосування хімічних засобів та фону живлення в умовах Півдня України : Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2023. DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.20 Вип. 131. С. 161–168.
9. Дослідна справа в агрономії : навчальний посібник : у 2 кн. Кн. 1. / А. О. Рожков та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків, 2016. 316 с.
10. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 2. / А. О. Рожков та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків, 2016. 342 с.
11. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліду: навчальний посібник. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 632.952:635.937.34
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.8

ЗАСТОСУВАННЯ ФУНГІЦИДІВ ПРОТИ ЧОРНОЇ ПЛЯМИСТОСТІ ТРОЯНД

Мирошниченко Д. М. *– аспірант кафедри фітопатології імені академіка В. Ф. Пересипкіна,*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0001-6499-4874
Піковський М. Й. *– д.с.-г.н.,*
професор кафедри фітопатології імені академіка В. Ф. Пересипкіна,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0003-0689-604X

Троянди є найважливішими рослинами у декоративному садівництві та використовуються для різних цілей. Серед небезпечних хвороб даної культури слід зазначити борошнисту росу, сіру гниль, чорну плямистість та іржу, які завдають значних втрат. Чорна плямистість вважається однією з найбільш поширених патологій. Використання фунгіцидів для контролю даної хвороби є одним з найпоширеніших методів захисту рослин. Однак недостатньо інформації щодо застосування фунгіцидів проти чорної плямистості троянд. Водночас, розуміння ефективності хімічних препаратів для контролю хвороби може допомогти зберегти декоративні властивості рослин. Метою дослідження було провести оцінку технічної ефективності фунгіцидів проти чорної плямистості троянд, викликаної грибом Diplocarpon rosae. Експерименти проводили протягом 2024–2025 рр. на природному інфекційному фоні шляхом дворазового застосування препаратів. Було оцінено ефективність фунгіцидів на основі наступних діючих речовин: дифеноконазол, 250 г/л; манкоцеб, 640 г/кг + металаксил-М, 40 г/кг; гідроксид міді, 770 г/кг; тіофанат-метил, 500 г/л; крезоксим-метил, 100 г/л + дифеноконазол, 200 г/л; азоксистробін, 250 г/л. Усі досліджувані фунгіциди суттєво знижували розвиток хвороби порівняно з контролем, де ступінь ураження рослин становив 45,6 %. Найкращий результат серед усіх досліджуваних варіантів забезпечувала комбінація крезоксим-метилу та дифеноконазолу. При цьому розвиток хвороби становив 7,2 %, а технічна ефективність препарату досягала 84,4 %. Фунгіцид на основі тіофанат-метилу обмежував розвиток плямистості до 9,2 %. Показник його технічної ефективності складав 79,8 %. Препарат на основі дифеноконазолу знижував розвиток хвороби до 11,6 %, а його технічна ефективність становила 74,6 %. У варіанті із манкоцебом та металаксилом-М розвиток хвороби був на рівні 14,6 %, а ефективність препарату склала 68,0 %. Азоксистробін продемонстрував технічну ефективність на рівні 65,8 %. Гідроксид міді характеризувався технічною ефективністю в межах 61,0 %. Загалом, дослідження впливу фунгіцидних обробок дозволило визначити найбільш ефективні діючі речовини для контролю чорної плямистості.

Ключові слова: *хімічний контроль, технічна ефективність, розвиток хвороби, плямистість листя, діюча речовина.*

Myroshnychenko D. M., Pikovskyi M. Y. Use of fungicides against black spot in roses

Roses are the most important plants in ornamental gardening and are used for various purposes. Among the dangerous diseases of this crop, powdery mildew, gray mold, black spot and rust should be noted, which cause significant damage to plants. At the same time, black spot is considered one of the most common pathologies. The use of fungicides to control this disease is one of the most common methods of plant protection. However, there is not enough information on the use of fungicides against black spot of roses. At the same time, understanding the effectiveness of chemical preparations for controlling the disease can help preserve the

© Мирошниченко Д. М., Піковський М. Й., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

decorative properties of plants. The aim of the study was to assess the technical effectiveness of fungicides against black spot of roses caused by the fungus Diplocarpon rosae. The experiments were conducted during 2024–2025 on a natural infectious background by twice applying the preparations. The effectiveness of fungicides based on the following active substances was assessed: difenoconazole, 250 g/l; mancozeb, 640 g/kg + metalaxyl-M, 40 g/kg; copper hydroxide, 770 g/kg; thiophanate-methyl, 500 g/l; kresoxim-methyl, 100 g/l + difenoconazole, 200 g/l; azoxystrobin, 250 g/l. All tested fungicides significantly reduced the development of the disease compared to the control, where the degree of plant damage was 45.6 %. The best result among all tested options was shown by the combination of kresoxim-methyl and difenoconazole. At the same time, the development of the disease was 7.2 %, and the technical efficiency of the drug reached 84.4 %. The fungicide based on thiophanate-methyl limited the development of spotting to 9.2 %. Its technical efficiency indicator was 79.8 %. The drug based on difenoconazole reduced the development of the disease to 11.6 %, and its technical efficiency was 74.6 %. In the variant with mancozeb and metalaxyl-M, the development of the disease was at the level of 14.6 %, and the effectiveness of the drug was 68.0 %. Azoxystrobin demonstrated technical efficiency at the level of 65.8 %. Copper hydroxide was characterized by technical efficiency within 61.0 %. In general, the study of the impact of fungicidal treatments allowed us to determine the most effective active substances for the control of black spot.

Key words: *chemical control, technical efficiency, disease development, leaf spot, active substance.*

Постановка проблеми. Троянди використовуються для багатьох декоративних цілей, зокрема як зрізані квіти, садові рослини та рослини в горщиках, а також у парфумерній промисловості, кулінарії та медицині. Відомо понад 30 000 сортів троянд [1]. З економічної точки зору, вони є найважливішими рослинами у декоративному садівництві [2]. Серед небезпечних хвороб троянд слід зазначити борошнисту росу, сіру гниль, чорну плямистість, іржу та інші [3, 4, 5, 6], які завдають значних збитків рослинам. Водночас чорна плямистість вважається однією з найбільш поширених патологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Чорну плямистість троянд викликає гемібіотрофний гриб *Diplocarpon rosae* (Lib.) F.A. Wolf (*Marssonina rosae* (Lib.) Died.) [7]. Поява на листках характерних темних плям, хлорозу та опадання листя на ранніх стадіях росту рослин може призводити до зниження приросту, зменшення цвітіння, погіршення естетичного вигляду рослини, зниження ринкової їх вартості та додаткових витрат під час догляду за трояндами [8]. У чутливих до хвороби сортів інфекція послаблює рослину, а додаткові стресові фактори можуть спричинити загибель [7].

Застосування фунгіцидів для контролю чорної плямистості троянд є одним з найпоширеніших методів захисту рослин [9]. Дослідженнями встановлено, що триазоли були ефективнішими за стробілурини, оскільки вони мають більш системну дію [10]. Значно знижували інтенсивність хвороби обробки рослин фунгіцидами на основі флуопірам + трифлоксистробін, флуксапіроксад + піраклостробін, бензовіндіфлупір + азоксистробін та міклобутаніл [9].

В умовах штату Алабама (США) досліджено ефективність фунгіцидів проти чорної плямистості троянд у зимові місяці. Застосування хлороталонілу, ципроконазолу та трифорину уповільнювало розвиток захворювання порівняно з варіантом без фунгіцидів. Також спостерігалося зменшення дефоліації рослин і покращення енергії росту [11].

Фунгіциди на основі діючих речовин азоксистробін, манкоцеб + карбендазим, тіофенат метил, мікобутаніл, тебуконазол та хлороталоніл, були оцінені проти гриба *D. rosae in vitro*. При цьому усі препарати значно пригнічували ріст патогену від 48,14 до 90,74 % порівняно з контролем [12].

Було проведено оцінку ефективності різних фунгіцидів, а саме: азоксистробіну 0,1 %, манкоцебу + карбендазиму 0,2 %, топсину 0,05 %, міклобутанілу 0,1 %, тебуконазолу 0,1 %, хлороталонілу 0,2 % *in vivo*. Після третього обприскування мінімальний відсоток інтенсивності захворювання був зафіксований у варіанті з хлороталонілом та топсином М [13].

Підіфлуметофен + дифеноконазол значно знизили розвиток чорної плямистості, порівняно з контрольними рослинами, і були такими ж ефективними, як азоксистробін + бензовіндіфлупір. Усі норми внесення та інтервали застосування підифлуметофену + дифеноконазолу були однаково ефективними для обмеження хвороби [14].

Однак в умовах України недостатньо інформації щодо застосування фунгіцидів проти чорної плямистості троянд. Водночас, розуміння ефективності хімічних препаратів для контролю хвороби може допомогти зберегти декоративні властивості рослин.

Метою дослідження було провести оцінку технічної ефективності фунгіцидів на основі різних діючих речовин проти чорної плямистості троянд, викликаної грибом *D. rosae*.

Постановка завдання. Дослідження проводили протягом 2024–2025 рр. на природному інфекційному фоні, на рослинах чайно-гібридних троянд в умовах Київської області. Агротехніка загальноприйнята для вирощування троянд у відкритому ґрунті.

Було оцінено ефективність фунгіцидів на основі наступних діючих речовин: дифеноконазол, 250 г/л; манкоцеб, 640 г/кг + металаксил-М, 40 г/кг; гідроксид міді, 770 г/кг; тіофанат-метил, 500 г/л; крезоксим-метил, 100 г/л + дифеноконазол, 200 г/л; азоксистробін, 250 г/л (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічні речовини, складові фунгіцидів, які застосовували на рослинах троянд

Варіант досліду (діюча речовина фунгіциду та її вміст)	Норма витрати
Контроль	-
Дифеноконазол, 250 г/л	5 мл/10 л води
Манкоцеб, 640 г/кг + металаксил-М, 40 г/кг	25 г/5 л води
Гідроксид міді, 770 г/кг	20 г /5 л води
Тіофанат-метил, 500 г/л	15 мл/5 л води
Крезоксим-метил, 100 г/л + дифеноконазол, 200 г/л	3 мл/5 л води
Азоксистробін, 250 г/л	6 мл/5 л води

Перше обприскування проведено одразу після виявлення хвороби; наступне – через 12 діб. Оцінку розвитку хвороби на різних варіантах досліду здійснювали через 12 днів після останнього застосування фунгіцидів.

Візуальну діагностику хвороби здійснювали за комплексом симптомів [15]. Ступінь ураження рослин троянд чорною плямистістю визначали за 6-ти бальною шкалою [16, 17]. Інтенсивність розвитку хвороби та технічну ефективність фунгіцидів розраховували за загальноприйнятими формулами [18].

Повторність кожного варіанту 4-х разова. Для статистичної обробки результатів досліджень використовували пакет програм аналізу даних Microsoft Excel.

Виклад основного матеріалу дослідження. В умовах вегетаційних періодів троянд у 2024–2025 рр. чорна плямистість розвивалася за типом епіфітотії. Перші

симптоми хвороби з'являлися у червні. Вони характеризувалися появою округлих темно-бурих або майже чорних плям на верхній стороні листкових пластинок (рис. 1). Особливістю патології був інтенсивний її розвиток, унаслідок чого відбувалося передчасне засихання та масове опадання листя.

Рис. 1. Симптоми чорної плямистості на листках троянд

Дворазове застосування фунгіцидів для контролю чорної плямистості троянд дозволило суттєво знизити розвиток хвороби порівняно з контролем, де ступінь ураження рослин становив 45,6 % (рис. 1). Найкращий результат серед усіх досліджуваних варіантів засвідчила комбінація крезоксим-метилу (100 г/л) та дифеноконазолу (200 г/л). При цьому розвиток хвороби становив 7,2 %, а технічна ефективність препарату досягала 84,4 %.

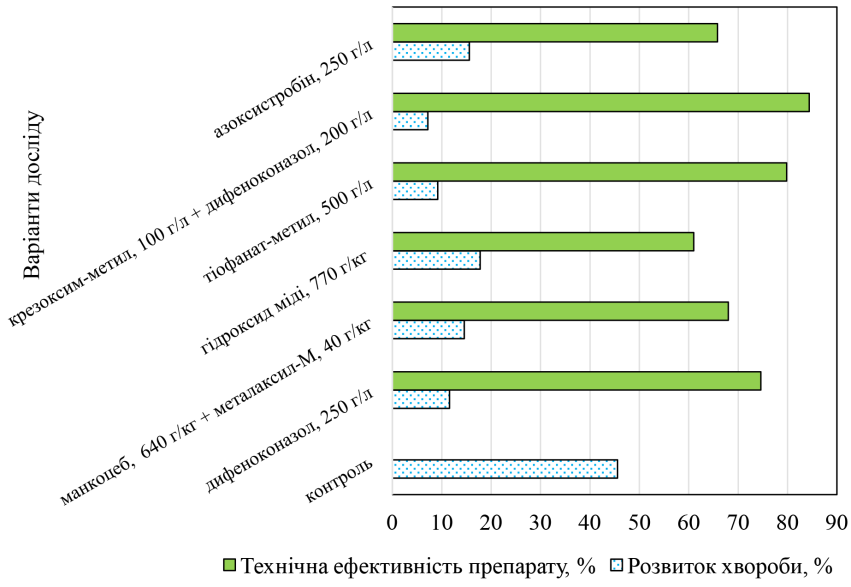


Рис. 1. Ефективність застосування фунгіцидів з різними діючими речовинами проти чорної плямистості троянд (середнє за 2024–2025 рр.),
$НІР_{05}$ для технічної ефективності становить 4,0

Застосування фунгіциду на основі тіофанат-метилу (500 г/л) обмежувало розвиток плямистості до 9,2 %. Показник технічної ефективності складав 79,8 %. Препарат на основі дифеноконазолу (250 г/л) знижував розвиток хвороби до 11,6 %, а його технічна ефективність становила 74,6 %.

У варіанті із манкоцебом (640 г/кг) та металаксилом-М (40 г/кг) розвиток хвороби був на рівні 14,6 %, а ефективність препарату склала 68,0 %. Азоксистробін (250 г/л) продемонстрував технічну ефективність на рівні 65,8 %.

При використанні мідьвмісного препарату (гідроксид міді, 770 г/кг) розвиток чорної плямистості становив 17,8 %, а технічна ефективність фунгіциду була в межах 61,0 %.

Узагальнюючи дані, можна стверджувати, що двокомпонентні препарати та системні фунгіциди були більш ефективними в обмеженні розвитку чорної плямистості троянд.

Висновки і пропозиції. Проведеними дослідженнями встановлено, що в усіх варіантах фунгіцидного захисту відмічено зниження інтенсивності розвитку чорної плямистості троянд від 27,8 до 38,4 % порівняно з контрольним варіантом. Технічна ефективність досліджуваних препаратів була в діапазонів 61,0–84,4 %. Поєднання у фунгіциді двох компонентів крезоксим-метил + дифеноконазол забезпечувало найвищу технічну ефективність, що пояснюється різними механізмами дії (стробілурини + триазоли), які проявляли, як лікувальний, так і тривалий захисний ефект. Дифеноконазол (250 г/л) та тіофанат-метил (500 г/л) також суттєво контролювали хворобу за технічної ефективності 74,6 та 79,8 % відповідно.

Вивчення впливу фунгіцидних обробок дозволило визначити найбільш ефективні діючі речовини для контролю чорної плямистості. Отримані результати свідчать, що захист троянд є важливим для збереження декоративності рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Leus L., Van Laere K., De Riek J., Van Huylenbroeck J. Rose. In: Van Huylenbroeck, J. (eds) Ornamental Crops. *Handbook of Plant Breeding*. 2018. Vol. 11. Springer, Cham. P. 719–767.

2. Hummer K. E., Janick J. Rosaceae: taxonomy, economic importance, genomics. In: Folta, A., Gardiner, S.E. (Eds), Genetics and genomics of Rosaceae. Springer Science Business Media, 2009. P. 1–17.

3. Linde M., Shishkoff N. Disease. Powdery mildew. In Encyclopedia of rose science. Oxford: Elsevier, 2003. P. 158–165.

4. Піковський М. Й., Кирик М. М. Біоекологічні особливості фітопатогенних грибів *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary і *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel: монографія. Київ : ФОП Ямчинський О. В., 2021. 278 с.

5. Мирошниченко Д. М., Піковський М. Й. Стійкість сортів троянд проти чорної плямистості. *Фітосанітарна безпека*. 2023. Вип. 69. С. 107–117. https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.107-117

6. Rubtsova O., Pikovskyi M., Myroshnychenko D., Chyzhankova V. Evaluation of powdery mildew (*Podosphaera pannosa* (Wallr.) de Bary) in roses. *Biological Systems: Theory and Innovation*. 2025. Vol. 16, № 1. P. 22–32. https://doi.org/10.31548/biologiya/1.2025.22

7. Debener T. The beast and the beauty: What do we know about black spot in roses? *Crit. Rev. Plant Sci*. 2019. Vol. 38, № 4. P. 313–326. https://doi.org/10.1080/07352689.2019.1665778

8. Drewes-Alvarez R. Black spot. In: Roberts A, Debener T, Gudin S, eds. Encyclope dia of Rose Sciences. Oxford, UK: Elsevier Science, 2003. P. 148–53.

9. Baysal-Gurel Fulya, Phillips Chasity A. Rose Black Spot. *Extension Publications*. 2019. № 141. 4 p.

10. Gachomo E.W., Dehne H.-W., Steiner U. Efficacy of triazoles and strobilurins in controlling black spot disease of roses caused by *Diplocarpon rosae*. *Ann. Appl. Biol*. 2009. Vol. 154, № 2. P. 259–267. https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2008.00297.x

11. Bowen K. L., Roark R. S. Management of black spot of rose with winter fungicide treatment. *Plant Dis*. 2001. Vol. 85, № 4. P. 393–398.

12. Mesta Raghavendra, Ambika D. S., Mansur Chidanand, Kerakalamatti Madhushri. *In vitro* and *In vivo* Evaluation of Fungicides against Black Spot of Rose. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2021. Vol. 10, № 1. P. 35–39.

13. Matte A. D., Patil M. J., Gawarkar S. V., Pawar V. D. Management of black spot of rose caused by *Diplocarpon rosae* Wolf. *The Pharma Innovation Journal*. 2022. Vol. 11, № 10. P. 104–107.

14. Jennings C., Simmons T., Parajuli M., Liyanage K. H. E., Baysal-Gurel F. Effect of Fungicides and Application Intervals for the Control of Black Spot of Roses. *HortScience*. 2024. Vol. 59, № 5. P. 673–677. https://doi.org/10.21273/HORTSCI17730-24

15. Піковський М. Й., Кирик М. М., Шевчук В. К., Конуп Л. О., Мельник В. І., Азаікі С. С. Хвороби квітково-декоративних рослин : підручник. Київ : ФОП Ямчинський О. В., 2022. 331 с.

16. Sharma P., Singh A. P. Multiple disease resistance in roses against foliar and flower pathogens. *Indian Phytopathol*. 2002. Vol. 55, № 2. P. 169–172.

17. Mesta R. K., Chidanand P. Mansur, Lokesh M. S., Madhushri Kerakalamatti. Evaluation of Genotypes of Rose against Black Spot Powdery Mildew Diseases. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*. 2021. Vol. 10, № 2. P. 3583–3589. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1002.395

18. Методика випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель та ін.; За ред. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 635.656: 631.526.3:631.559:577.11(477.4+292.485)
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.9

ВПЛИВ СОРТУ ТА ГУСТОТИ РОСЛИН НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД ЗЕРНА ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Мулярчук О. І. *– к.с.-г.н., доцент,*
завідувач кафедри садівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0003-2072-8536

У статті наведено результати багаторічних експериментальних досліджень, спрямованих на оцінку впливу сортових особливостей і густоти стояння рослин на урожайність та якісні показники зерна гороху овочевого в умовах Лісостепу Західного. Метою дослідження було наукове обґрунтування оптимальної густоти рослин для сортів Амалфі та Глоріверт з метою підвищення рівня врожайності та поліпшення показників якості зерна гороху овочевого. Польові досліди проводили у 2021–2024 рр. відповідно до загальноприйнятих національних методик з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов зони досліджень.

Встановлено, що рівень урожайності гороху овочевого значною мірою залежав від гідротермічних умов років вирощування, сортових особливостей та густоти розміщення рослин. У середньому за чотири роки досліджень найвищу врожайність зерна отримано за густоти 1,4 млн. рослин/га, яка у сорту Амалфі становила 3,0 т/га, а у сорту Глоріверт – 3,4 т/га. Подальше збільшення густоти до 1,6 млн. рослин/га не забезпечувало приросту врожайності внаслідок посилення внутрішньовидової конкуренції між рослинами за світло, вологу та поживні речовини.

Доведено істотний вплив густоти стояння рослин на біохімічний склад зерна. Зі збільшенням кількості рослин на одиниці площі в обох сортів спостерігалося зниження вмісту сухої речовини та вітаміну С, тоді як вміст цукрів зростав. Уміст сухої речовини коливався в межах 18,2–20,7 % у сорту Амалфі та 19,5–21,6 % у сорту Глоріверт, вітаміну С – відповідно 27,1–30,2 і 29,8–32,8 мг %, а цукрів – 4,5–6,2 % і 5,5–7,3 %.

Отримані результати дозволили встановити, що вирощування сортів Амалфі та Глоріверт за густоти 1,4 млн. рослин/га забезпечує оптимальне поєднання урожайності та якості зерна гороху овочевого і може бути рекомендоване для практичного використання у виробничих посівах в умовах Лісостепу Західного.

Ключові слова: *горох овочевий, сорт, густота стояння рослин, урожайність, біохімічний склад, суха речовина, вітамін С, цукри.*

Muliarchuk O. I. The influence of variety and plant density on the yield and biochemical composition of vegetable pea grain in the conditions of the Western Forest-Steppe

The article presents the results of many years of experimental research aimed at assessing the influence of varietal characteristics and plant density on the yield and quality indicators of vegetable pea grain in the conditions of the Western Forest-Steppe. The study aimed to scientifically substantiate the optimal plant density for the Amalfi and Glorivert cultivars to increase yield and improve grain quality. Field experiments were conducted during 2021–2024 according to generally accepted national methodologies.

It was found that vegetable pea yield largely depended on the hydrothermal conditions of the experimental years, cultivar features, and plant density. Over the four-year period, the highest average grain yield was obtained at a plant density of 1.4 million plants/ha, which amounted to 3.0 t/ha for Amalfi and 3.4 t/ha for Glorivert. Further increasing the density to 1.6 million plants/ha did not result in yield gains due to intensified intraspecific competition for light, moisture, and nutrients.

© Мулярчук О. І., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Plant density was shown to significantly affect the biochemical composition of the grain. With increasing plant density, both cultivars exhibited a decrease in dry matter and vitamin C content, whereas sugar content increased. Dry matter content ranged from 18.2 to 20.7 % in Amalfi and 19.5 to 21.6 % in Glorivert; vitamin C content ranged from 27.1 to 30.2 mg% and 29.8 to 32.8 mg%, respectively; sugar content ranged from 4.5 to 6.2 % and 5.5 to 7.3 %.

The results indicate that cultivating Amalfi and Glorivert at a plant density of 1.4 million plants/ha provides an optimal combination of yield and grain quality, which can be recommended for practical application under the Western Forest-Steppe conditions.

Key words: *vegetable pea, cultivar, plant density, yield, biochemical composition, dry matter, vitamin C, sugars.*

Актуальність теми дослідження. Горох овочевий є однією з важливих зернобобових культур, що має значне продовольче та агротехнічне значення для сільського господарства України. Його зерно характеризується високою поживною та біологічною цінністю, містить значну кількість білка, вуглеводів, вітамінів і мінеральних речовин, що зумовлює широкий попит як у свіжому вигляді, так і для переробної промисловості. Крім того, горох відіграє важливу роль у підвищенні родючості ґрунтів завдяки здатності фіксувати атмосферний азот і є цінним попередником у сівозмінах [2, 10, 14].

В умовах сучасного землеробства особливої актуальності набуває підвищення врожайності та якості продукції за рахунок удосконалення елементів технології вирощування з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей регіону. Лісостеп Західний характеризується нестабільними гідротермічними умовами, що зумовлює значну варіабельність урожайності сільськогосподарських культур за роками та потребує науково обґрунтованого підбору сортів і оптимізації густоти стояння рослин [11].

Сортові особливості гороху овочевого та густота розміщення рослин істотно впливають не лише на рівень урожайності, а й на формування біохімічного складу зерна, зокрема вміст сухої речовини, вітаміну С та цукрів, які визначають харчову цінність і технологічну придатність продукції. Незважаючи на наявність загальних рекомендацій щодо вирощування гороху овочевого, питання оптимального поєднання сорту та густоти рослин для конкретних умов Лісостепу Західного залишається недостатньо вивченим і потребує подальших досліджень [8].

У зв'язку з цим дослідження впливу сортових особливостей і густоти рослин на урожайність та біохімічний склад зерна гороху овочевого є актуальним і має важливе наукове та практичне значення. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення технології вирощування культури, підвищення ефективності виробництва та забезпечення стабільного отримання високоякісної продукції в умовах Лісостепу Західного.

Постановка проблеми. Незважаючи на наявність сортового різноманіття та загальних рекомендацій щодо елементів технології вирощування гороху овочевого, в умовах Лісостепу Західного спостерігається нестабільність урожайності та якості зерна, що зумовлено варіабельністю погодних умов і недостатнім урахуванням сортових особливостей при встановленні густоти стояння рослин [13].

Відомо, що сорт і густота розміщення рослин істотно впливають на формування врожайності та біохімічного складу зерна гороху овочевого. Проте більшість наявних наукових досліджень мають узагальнений характер і не враховують специфіку сучасних сортів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу Західного. Це обумовлює необхідність проведення комплексних досліджень, спрямованих на встановлення оптимального поєднання сорту і густоти рослин з метою забезпечення стабільно високої урожайності та покращення показників якості зерна.

Аналіз останніх досліджень. У наукових працях вітчизняних та зарубіжних дослідників значна увага приділяється вивченню продуктивності та якості зернобобових культур, зокрема гороху овочевого, залежно від сортових особливостей і технологічних прийомів вирощування [1, 10].

Доведено, що врожайність гороху формується під впливом комплексного взаємодії факторів, серед яких ключове значення мають генетичні характеристики сорту, густота стояння рослин та ґрунтово-кліматичні умови вирощування [8, 9].

Формування урожайності та якісних показників насіння гороху овочевого, як і інших сільськогосподарських культур, є результатом складних біохімічних процесів перетворення органічних і мінеральних речовин у рослині в ході фотосинтезу. Процес синтезу та накопичення органічної речовини є природним і відносно автономним; однак інтенсивність накопичення сухої речовини та її якісний склад визначаються як природними, так і антропогенними чинниками [6, 7, 8].

Дослідження показують, що оптимальна густота посівів сприяє більш ефективному використанню світла, води та поживних речовин, формуванню потужного асиміляційного апарату та підвищенню індивідуальної продуктивності рослин [8]. Водночас надмірне загущення викликає посилення внутрішньовидової конкуренції, зменшення маси бобів та насіння з однієї рослини, що негативно впливає на загальну врожайність [12].

Також встановлено, що сортові особливості визначають реакцію рослин на густоту стояння. Сорти з різним типом росту, облистяністю та архітектонікою рослин потребують індивідуального підходу до норм висіву, що робить універсальні рекомендації щодо густоти посіву не завжди ефективними для реалізації потенціалу сучасних сортів [8, 9].

Окремі дослідження присвячені впливу агротехнічних чинників на біохімічний склад зерна гороху овочевого. Так, встановлено, що вміст сухої речовини, вітаміну С та цукрів істотно змінюється залежно від густоти розміщення рослин, рівня живлення та освітлення посівів [11]. Зокрема, підвищена густота зазвичай зумовлює зниження вмісту сухої речовини та аскорбінової кислоти, тоді як концентрація цукрів може збільшуватися; при цьому характер цих змін є сортоспецифічним і залежить від регіональних ґрунтово-кліматичних умов [8].

Аналіз наукових джерел свідчить, що комплексний вплив сорту та густоти стояння рослин на врожайність і біохімічний склад зерна гороху овочевого у умовах Лісостепу Західного досліджений недостатньо. Більшість наявних робіт виконано у інших природно-кліматичних зонах або стосуються застарілих сортів, що обумовлює необхідність проведення подальших цілеспрямованих досліджень у цьому напрямі [7, 10, 13].

Мета дослідження. Мета досліджень полягала в науковому обґрунтуванні та експериментальному доведенні впливу сорту та густоти рослин на урожайність та біохімічний склад зерна гороху овочевого в умовах Лісостепу Західного.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих національних методик і стандартів. Закладання дослідів здійснювали згідно з «Методикою дослідної справи в овочівництві та баштанництві» [4].

Для проведення досліджень використовували сучасні високоврожайні сорти гороху овочевого Амалфі та Глоріверт від компанії Syngenta Seeds (Нідерланди). які внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Біохімічні аналізи: визначення сухої речовини, цукрів і вітаміну С Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів [5].

Виклад основного матеріалу досліджень. Упродовж років досліджень динаміка врожайності характеризувалася різною інтенсивністю змін. Мінімальні показники врожаю за сортами були зафіксовані у 2024 році, тоді як максимальні – у 2022 та 2023 роках. Аналіз гідротермічних умов свідчить, що саме 2022 рік вирізнявся найбільш сприятливим режимом зволоження для росту, розвитку рослин гороху овочевого та формування високої врожайності. Крім того, у ході досліджень встановлено, що підвищення густоти стояння рослин на одиниці площі має суттєвий вплив на врожайність насіння гороху овочевого, яка значною мірою визначається індивідуальною продуктивністю рослин, що підтверджено результатами статистичної обробки даних.

У 2022 році найвищу врожайність насіння, 3,3 т/га, забезпечив сорт Амалфі при густоті рослин 1,4 млн. шт./га, а сорт Глоріверт – 3,9 т/га відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

Урожайність зерна гороху овочевого залежно від густоти рослин, т/га (середнє за 2021–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Густота рослин млн. шт./га (фактор В)	Урожайність, т/га				
		Рік (фактор С)				
		2021 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.	Середнє за 2021–2024 рр.
Амалфі	0,8	2,0	2,4	2,2	1,8	2,1
	1,0	2,2	2,7	2,6	2,1	2,4
	1,2 (к)*	2,7	2,9	2,8	2,4	2,7
	1,4	2,9	3,3	3,1	2,7	3,0
	1,6	2,1	2,6	2,7	2,4	2,5
Глоріверт	0,8	2,5	2,9	2,7	2,3	2,6
	1,0	3,2	3,2	3,0	2,6	3,0
	1,2 (к)*	3,1	3,8	3,1	2,8	3,2
	1,4	3,3	3,9	3,4	3,0	3,4
	1,6	2,8	3,1	3,0	2,7	2,9

У 2023 році найвищу врожайність насіння гороху овочевого отримано при густоті 1,4 млн. шт./га, яка у сорту Амалфі становила 3,1 т/га та Глоріверт – 3,4 т/га. Показник урожайність насіння гороху овочевого в 2024 році був найвищий по сортах при густоті 1,4 млн. шт./га і становив відповідно 2,7 та 3,4 т/га.

У середньому за чотири роки досліджень найвищу врожайність насіння гороху овочевого отримано при густоті 1,4 млн. рослин/га у сорту Амалфі – 3,0 т/га, що перевищувало врожайність за густоти 0,8 та 1,6 млн. рослин/га, яка становила 0,9 та 0,8 т/га відповідно. Для сорту Глоріверт за тієї ж густоти спостерігалася подібна тенденція.

Отже, зі збільшенням кількості рослин на одиницю площі врожайність підвищується, проте для гороху овочевого існує певна межа загущення, після якої приріст урожайності зупиняється через погіршення умов мікроклімату та живлення. Найнижчі показники врожайності зафіксовані при густоті 0,8 млн. рослин/га – 2,1 та 2,6 т/га. Середня маса бобів з окремих рослин у цьому варіанті була найбільшою. Оптимальною густотою для даних сортів слід вважати 1,4 млн. рослин/га.

Густота рослин у різних сортів також впливала на вміст біохімічних показників. У середньому за 2021–2024 рр. у сортів Амалфі і Глоріверт із збільшенням кількості рослин на одиницю площі вміст сухої речовини, вітаміну С зменшувався, а вміст цукрів збільшувався (табл. 2., рис. 1).

Таблиця 2

Біохімічний склад насіння гороху овочевого у фазі технічної стиглості залежно від сорту і густоти рослин (середнє за 2021–2024 рр.)

Сорт	Густота рослин, т../га	Середнє за 2021–2024 рр.		
		Суха речовина, %	Вітамін С, мг%	Цукор, (сума) %
Амалфі	0,8	20,7	30,2	4,5
	1,0	20,4	29,8	5,0
	1,2 (к)*	19,6	28,9	5,4
	1,4	18,8	28,0	5,9
	1,6	18,2	27,1	6,2
Глоріверт	0,8	21,6	32,8	5,5
	1,0	21,3	32,4	6,0
	1,2 (к)*	20,6	31,5	6,6
	1,4	20,0	30,6	7,0
	1,6	19,5	29,8	7,3

Масова частка сухої речовини насіння гороху овочевого залежала від сорту та густоти рослин. У сорту Амалфі вона становила 18,2–20,7 % і зменшувалася зі збільшенням густоти рослин на одиниці площі. Подібна тенденція спостерігалася й щодо вмісту вітаміну С, який варіював від 27,1 до 30,2 мг % і також знижувався при більшій густоті. Для сорту Глоріверт закономірність була дещо іншою: вміст сухої речовини зменшувався зі зростанням густоти рослин (19,5–21,6 %), а вміст вітаміну С, навпаки, підвищувався з ростом густоти і коливався від 29,8 до 32,8 мг %.

Вміст цукрів у сортів гороху овочевого залежно від густоти розміщення рослин на одиниці площі також коливався у межах 4,5–6,2 % у сорту Амалфі та 5,5–7,3 % – у сорту Глоріверт відповідно зростав із збільшенням густоти рослин.

Результати експериментальних досліджень показують, що густота рослин істотно впливає на кількість листків та площу листкової поверхні, оскільки між рослинами постійно виникає конкуренція за світло, вологу та поживні речовини. При зріджених посівах рослини краще освітлюються, поліпшуються умови ґрунтового живлення та створюється більш сприятливий санітарно-гігієнічний стан посівів, що сприяє підвищенню продуктивності. Водночас загальна врожайність насіння гороху овочевого залежить від густоти розміщення рослин: при загущених посівах вона зростає за рахунок більшої кількості рослин на одиниці площі. Аналіз даних також підтверджує, що ступінь загущеності впливає на біохімічний склад насіння: вміст сухої речовини та вітаміну С зменшується зі збільшенням густоти, тоді як у межах густоти 0,8–1,6 млн. рослин/га вміст сухої речовини навпаки підвищується. Оптимальною густотою для гороху овочевого вважається 1,4 млн. рослин/га, що забезпечує врожайність 3,0 т/га у сорту Амалфі та 3,4 т/га у сорту Глоріверт.

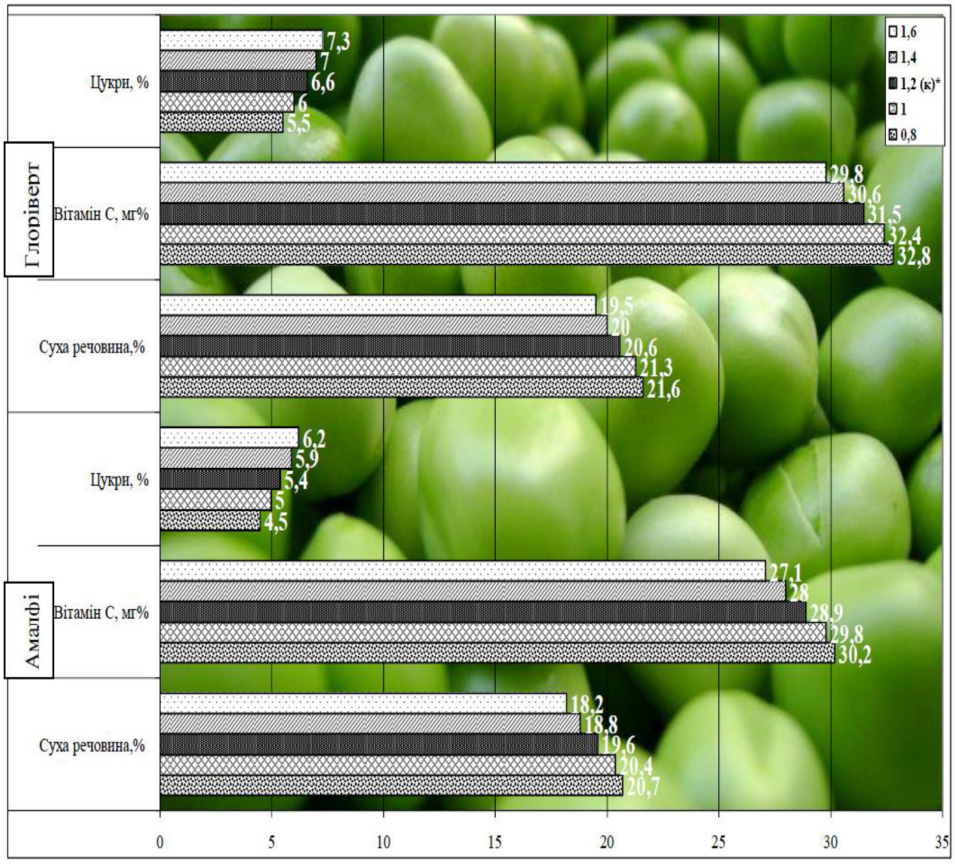


Рис. 1. Біохімічний склад насіння гороху овочевого (середнє за 2021–2024 рр.)

Висновки. Результати досліджень показали, що урожайність та біохімічний склад зерна гороху овочевого у Лісостепу Західного значною мірою визначаються сортовими особливостями та густотою стояння рослин. Доведено, що оптимальною для сортів Амалфі та Глоріверт є густота 1,4 млн. рослин/га, яка забезпечує максимальну врожайність зерна – 3,0 т/га та 3,4 т/га відповідно. Збільшення густоти до 1,6 млн. рослин/га не призводило до додаткового приросту врожайності через посилення внутрішньовидової конкуренції за світло, воду та поживні речовини.

Встановлено, що густота рослин істотно впливає на біохімічний склад зерна. При підвищенні густоти спостерігалося зниження вмісту сухої речовини та вітаміну С, тоді як вміст цукрів зростав. У сорту Амалфі суха речовина варіювала від 18,2 до 20,7 %, вітамін С – 27,1–30,2 мг %, цукри – 4,5–6,2 %. Для сорту Глоріверт відповідні показники становили 19,5–21,6 %, 29,8–32,8 мг % та 5,5–7,3 %.

Результати досліджень свідчать, що забезпечення оптимальної густоти рослин дозволяє поєднати високу врожайність та якісні показники зерна, підвищуючи ефективність вирощування гороху овочевого в умовах Лісостепу Західного.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Зернові бобові культури у вирішенні глобальної продовольчої проблеми. Збірник наукових праць *Селекційно-генетичного інституту – національного центру насінництва і селекції*. 2010. Вип. 15 (55). С. 153–166.

2. Барабаш О. Ю., Тараненко Л. К., Сич З. Д. Біологічні основи овочівництву. Київ : Арістей 2005. 344 с.

3 Бондаренка Г. Л., Яковенка К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків : Основа, 2001. 369 с.

4. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : ЗАТ «НІЧ ЛАВА» 2003. 316 с.

5. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Сулима Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Вінниця: Нова книга, 2008. Ч.2. 391 с.

6. Жуйков О. Г., Лагутенко К. В. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 65–71.

7. Мулярчук О. І., Степанченко В. М. Сортові особливості накопичення сухої речовини в рослинах гороху овочевого. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. Вип. 3 (48). С. 73–78.

8. Мулярчук О. І. Морфологічні особливості та продуктивність сортів гороху овочевого залежно від умов вирощування. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С. 199–203.

9. Небаба К. С. Горох посівний: агротехнічний комплекс вирощування : монографія. Кам'янець–Подільський: ТОВ «Друкарня «Рута», 2022. 232 с.

10. Небаба К. С., Загнітко В. В. Агротехнічні аспекти формування структурних елементів урожаю гороху ярого в умовах правобережного Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С. 90–94.

11. Розвадовський А. М. Інтенсивна технологія вирощування овочевого гороху. Київ: Урожай, 2000. 40 с.

12. Телекало Н. В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сер. «Сільське господарство та лісівництво»*. 2019. Вип. 13. С. 84–93.

13. Khomina V., Lapchynskyi V., Pustova Z., Nebaba K., Plahtiy D. Microbial inoculants as a means of improving soil and crop yields. Scientific Horizons. 2024. Vol. 27. № 10. Pp. 79–90.

Дата першого надходження статті до видання: 28.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.358:631.847:631.559:57.083(477.4)
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.10

ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ ГОРОХУ ПІД ВПЛИВОМ БІОПРЕПАРАТІВ УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Небаба К. С. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0002-4529-3623
Диня В. І. *– к.т.н., доцент,*
завідувач кафедри машиновикористання та технологій в сільському господарстві,
Відокремлений підрозділ
Національного університету біоресурсів і природокористування України
Бережанський агротехнічний інститут
orcid.org/0000-0002-0008-908X

Раціональне формування асиміляційної поверхні є визначальним чинником підвищення продуктивності зернобобових культур, зокрема гороху посівного (Pisum sativum L.), особливо за умов упровадження біологізованих технологій вирощування. Застосування мікоризних грибів, бактеріальних препаратів та мікродобрив розглядається як ефективний інструмент регулювання фотосинтетичної активності й підвищення адаптаційного потенціалу рослин.

Метою дослідження було встановлення впливу дії мікоризних грибів у поєднанні з інокуляцією та мікродобривами на формування асиміляційної поверхні рослин гороху безлисточкових сортів ЕСО та Гамбіт у різні фази розвитку в умовах Правобережного Лісостепу України.

Польові дослідження проводили у 2020–2024 рр. на чорноземі типовому за двофакторною схемою з використанням біопрепаратів Мікофренд, Нітрофікс, Ризоактив Бобові та їх комбінацій у поєднанні з мікродобривами Найс і Авангард. Площу асиміляційної поверхні визначали у фазах ВВСН 51–55, 65–67, 71–75 та 81–85 з урахуванням морфологічних особливостей досліджуваних сортів, де значну фотосинтетичну функцію виконують вуса та прилистки.

Встановлено, що максимальна площа асиміляційної поверхні формувалася у фазі масового цвітіння (ВВСН 65–67) та досягала 391,7–402,2 м^2/га у варіанті поєднання Мікофренд + Ризоактив Бобові + Авангард, що перевищувало контрольні показники (262,0 м^2/га) на 50–54 %. У фазі бутонізації (ВВСН 51–55) приріст площі асиміляційної поверхні становив у 2,0–2,6 рази порівняно з контролем.

Сорт гороху Гамбіт формував у середньому на 8–18 % більшу площу асиміляційної поверхні, ніж рослини сорту ЕСО, що зумовлено вищим габітусом рослин та більш розвиненим фотосинтетичним апаратом. Найменші значення показника зафіксовано у фазі достигання (ВВСН 81–85) – 16,0–25,4 м^2/га залежно від варіанта.

Додатково встановлено, що поєднане застосування мікоризних грибів і бактеріальних інокулянтів сприяє подовженню періоду активного функціонування асиміляційної поверхні, що підвищує ефективність фотосинтетичної діяльності посівів.

Отримані результати підтверджують доцільність використання мікоризних і бактеріальних препаратів у поєднанні з мікродобривами для підвищення ефективності формування асиміляційної поверхні та оптимізації продуктивності гороху посівного.

Ключові слова: *горох посівний, асиміляційна поверхня, мікоризні гриби, біопрепарати, мікродобрива.*

© Небаба К. С., Диня В. І., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Nebaba K. S., Dynia V. I. Formation of the assimilative surface of pea under the influence of biopreparations in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Rational formation of the assimilative surface is a key factor in increasing the productivity of grain legume crops, particularly field pea (Pisum sativum L.), especially under the implementation of biologized cultivation technologies. The use of mycorrhizal fungi, bacterial preparations, and micronutrient fertilizers is considered an effective tool for regulating photosynthetic activity and enhancing plant adaptive capacity.

The aim of the study was to determine the effect of mycorrhizal fungi in combination with seed inoculation and micronutrient fertilizers on the formation of the assimilative surface of leafless pea cultivars ESO and Gambit at different growth stages under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Field experiments were conducted during 2020–2024 on typical chernozem soil using a two-factor experimental design with the application of biopreparations Mycofriend, Nitrofix, Rhizoactive Legumes, and their combinations in conjunction with micronutrient fertilizers Nice and Avangard. The assimilative surface area was determined at BBCH growth stages 51–55, 65–67, 71–75, and 81–85, taking into account the morphological characteristics of the studied cultivars, in which tendrils and stipules perform a significant photosynthetic function.

It was established that the maximum assimilative surface area was formed during the full flowering stage (BBCH 65–67) and reached 391.7–402.2 m^2/ha under the combined application of Mycofriend + Rhizoactive Legumes + Avangard, exceeding the control (262.0 m^2/ha) by 50–54 %. At the budding stage (BBCH 51–55), the increase in assimilative surface area was 2.0–2.6 times higher than the control.

The Gambit cultivar formed, on average, an 8–18 % larger assimilative surface area than the ESO cultivar, which is associated with greater plant height and a more developed photosynthetic apparatus. The lowest values were recorded at the maturity stage (BBCH 81–85), ranging from 16.0 to 25.4 m^2/ha depending on the treatment.

Additionally, it was found that the combined use of mycorrhizal fungi and bacterial inoculants prolongs the period of active functioning of the assimilative surface, thereby increasing the efficiency of photosynthetic activity in pea crops.

The obtained results confirm the feasibility of using mycorrhizal and bacterial preparations in combination with micronutrient fertilizers to improve the efficiency of assimilative surface formation and optimize field pea productivity.

Key words: *field pea, assimilative surface, mycorrhizal fungi, biopreparations, micronutrient fertilizers.*

Постановка проблеми. Формування оптимальної асиміляційної поверхні рослин є одним із ключових чинників, що визначають рівень продуктивності зернобобових культур, зокрема гороху посівного. Площа листкової поверхні безпосередньо впливає на інтенсивність фотосинтезу, накопичення органічної речовини та формування врожаю, а її динаміка істотно змінюється залежно від фази розвитку рослин і умов мінерального та біологічного живлення. В умовах сучасного землеробства актуальним залишається пошук ефективних і екологічно безпечних технологій, здатних підвищити продуктивність гороху за рахунок оптимізації фізіолого-біологічних процесів без надмірного використання мінеральних добрив.

Важливу роль у формуванні асиміляційної поверхні відіграють симбіотичні мікроорганізми, зокрема мікоризні гриби, які покращують забезпечення рослин поживними речовинами, водою та сприяють активізації ростових процесів [1, 15]. Інокуляція насіння мікоризними препаратами у поєднанні з мікродобривами розглядається як перспективний напрям підвищення ефективності живлення та адаптаційної здатності рослин у різні фази онтогенезу [16, 9]. Проте інтенсивність впливу мікоризації на формування асиміляційної поверхні гороху може змінюватися залежно від фази розвитку рослин, що потребує детального наукового аналізу.

Незважаючи на наявність окремих досліджень, питання комплексної дії мікоризних грибів та мікродобрив на динаміку площі асиміляційної поверхні гороху посівного впродовж вегетації залишається недостатньо вивченим, особливо за

багаторічних спостережень. Це зумовлює необхідність проведення системних досліджень з урахуванням фаз розвитку рослин, що дозволить науково обґрунтувати ефективність біологізації технологій вирощування гороху та сприятиме підвищенню продуктивності культури за умов екологічної сталості агроекосистем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж останнього десятиліття значна увага науковців приділяється ролі асиміляційної поверхні у формуванні продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема зернобобових [16]. Доведено, що площа листкової поверхні є ключовим морфофізіологічним показником, який визначає інтенсивність фотосинтезу, накопичення біомаси та ефективність використання поживних речовин [2, 17].

Дослідження впливу мікробних інокулянтів на ріст і фотосинтетичний апарат рослин показують, що застосування біологічних препаратів сприяє істотному збільшенню листкової поверхні, інтенсивності ростових процесів і продуктивності бобових культур. У польових дослідженнях на горосі встановлено позитивний вплив мінерального удобрення та передпосівної інокуляції насіння мікробними препаратами на формування листкової поверхні, що супроводжувалося підвищенням урожайності та вмісту білка в зерні [3, 4, 7].

Важливу роль у покращенні живлення рослин та стимулюванні розвитку фотосинтетичного апарату відіграють арбускулярні мікоризні гриби (AMF). Узагальнений матаналіз 187 наукових досліджень засвідчив, що інокуляція AMF забезпечує в середньому підвищення біомаси рослин на 47 %, збільшення концентрації азоту на 16 % та фосфору на 27 %, а загальне засвоєння фосфору – більш ніж удвічі [5, 8]. Це свідчить про потужний потенціал мікоризації у формуванні продуктивного фотосинтетичного апарату.

Окрім цього, встановлено, що інокуляція мікоризними грибами позитивно впливає на мінеральне живлення, фізіологічний стан і мікробіом ризосфери гороху, що сприяє кращій адаптації рослин до стресових чинників та активізації ростових процесів [6, 10].

Комплексна дія AMF і ризобіальних бактерій також демонструє здатність посилювати фотосинтетичні параметри, зокрема збільшувати площу листкової поверхні та хлорофільний індекс у бобових культур, що підтверджує синергетичний ефект біологічних препаратів у системі екологічно орієнтованих агротехнологій [11, 16].

Разом із тим, аналіз сучасних публікацій свідчить, що більшість досліджень спрямовані на загальні показники росту, живлення та врожайності, тоді як динаміка формування асиміляційної поверхні гороху впродовж різних фаз онтогенезу, особливо за комплексного застосування мікоризних препаратів і мікродобрив у багаторічному аспекті, залишається недостатньо вивченою [12]. Це підтверджує наявність актуальної наукової ніші та обґрунтовує необхідність подальших досліджень у напрямі біологізації технологій вирощування гороху в умовах Правобережного Лісостепу України.

Постановка завдання. В умовах сучасного землеробства підвищення продуктивності гороху посівного (*Pisum sativum L.*), дедалі більше пов’язується із впровадженням біологізованих технологій, спрямованих на оптимізацію мінерального живлення та активізацію природних механізмів росту і розвитку рослин [13, 15]. Особливу роль у цьому процесі відіграють мікоризні гриби, які здатні покращувати засвоєння фосфору, азоту та мікроелементів, підвищувати водоутримувальну здатність ґрунту, стимулювати розвиток кореневої системи та посилювати стійкість рослин до абіотичних стресів [14].

Метою дослідження є встановлення впливу мікоризних грибів у поєднанні з бактеріальною інокуляцією та мікродобрив на формування асиміляційної поверхні, фотосинтетичний потенціал і продуктивність гороху посівного в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження з вивчення формування асиміляційної поверхні рослин гороху посівного сортів Есо та Гамбіт проводили упродовж 2020–2024 рр. на дослідному полі науково-дослідного центру «Поділля».

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий, глибокий, малогумусний, важкосуглинковий, сформований на лесовидних суглинках, із середнім рівнем забезпечення основними елементами живлення. Площа елементарної ділянки становила 50 м^2, облікової – 48 м^2.

Попередником культури була пшениця озима. Насіння гороху сортів Есо та Гамбіт висівали зерновою сівалкою звичайним рядковим способом із шириною міжрядь 15 см та глибиною загортання насіння 5–6 см. Норма висіву складала 1,2 млн схожих насінин на 1 га. Після сівби, з метою забезпечення дружних сходів та оптимального формування листкової поверхні, на другий день проводили прикочування посівів кільчастим котком.

Оцінку формування асиміляційної поверхні рослин проводили у ключові фази органогенезу відповідно до шкали ВВСН: 51–55 (бутонізація), 65–67 (цвітіння), 71–75 (налив бобів), 81–85 (достигання). Площу листкової поверхні визначали методом вимірювання листкової пластинки з подальшим перерахунком на одиницю площі (м²/га) за загальноприйнятими методиками.

Динаміку формування асиміляційної поверхні оцінювали шляхом аналізу змін площі листкової поверхні упродовж вегетації.

Виклад основного матеріалу досліджень. За результатами досліджень (середнє за 2020–2024 рр.) встановлено суттєвий вплив біопрепаратів і технологічних елементів на формування площі асиміляційної поверхні рослин гороху сорту ЕСО в різні фази розвитку.

У контрольному варіанті без застосування біопрепаратів площа листкової поверхні у фазі ВВСН 51–55 становила 101,4 м^2/га, у фазі ВВСН 65–67 зростала до 262,0 м^2/га, після чого у фазі ВВСН 71–75 зменшувалась до 213,5 м^2/га, а у фазі ВВСН 81–85 – до 16,0 м^2/га. Використання препаратів Найс та Авангард сприяло підвищенню показників у всіх фазах розвитку, з максимальними значеннями 307,7 та 251,8 м^2/га у фазах ВВСН 65–67 і ВВСН 71–75 відповідно (табл. 1).

Застосування мікробного препарату Мікофренд забезпечило подальше зростання площі асиміляційної поверхні. Так, у поєднанні з препаратом Авангард у фазі ВВСН 65–67 вона досягала 336,9 м^2/га, що істотно перевищувало контроль. Найвищі показники зафіксовано у варіанті Мікофренд + Нітрофікс у поєднанні з препаратом Авангард, де площа листкової поверхні у фазі ВВСН 65–67 становила 388,7 м^2/га, а у фазі ВВСН 71–75 – 314,6 м^2/га.

Максимальні значення отримано при застосуванні комплексу Мікофренд + Ризоактив Бобові. У варіанті з препаратом Авангард площа асиміляційної поверхні у фазі ВВСН 65–67 сягала 402,2 м^2/га, що перевищувало контрольний варіант майже в чотири рази. Високі показники також зберігались у фазі ВВСН 71–75 (335,9 м^2/га) та ВВСН 81–85 (25,4 м^2/га), що свідчить про пролонгований ефект біологічних препаратів на фізіологічний стан рослин.

Окреме застосування інокулянтів Нітрофікс та Ризоактив Бобові також позитивно впливало на формування листкової поверхні, однак поступалося

Таблиця 1

Площа асиміляційної поверхні рослин гороху сорту ЕСО залежно від фази розвитку та елементів технології вирощування, м²/га (середнє за 2020–2024 рр.)

Фактор А	Фактор В	ВВСН 51-55	ВВСН 65-67	ВВСН 71-75	ВВСН 81-55
контроль	контроль	101,4	262,0	213,5	16,0
	Найс	121,3	293,8	241,6	19,6
	Авангард	129,6	307,7	251,8	21,5
Мікофренд	контроль	138,9	270,3	219,5	18,9
	Найс	155,6	323,4	263,6	20,3
	Авангард	163,9	336,9	274,1	20,6
Мікофренд + Нітрофікс	контроль	173,3	322,8	260,5	20,4
	Найс	226,9	383,5	310,5	23,2
	Авангард	239,7	388,7	314,6	24,6
Мікофренд + Ризоактив Бобові	контроль	185,9	345,0	276,7	21,6
	Найс	243,6	391,7	326,8	23,8
	Авангард	259,7	402,2	335,9	25,4
Нітрофікс	контроль	165,8	303,4	249,1	19,2
	Найс	190,6	354,3	293,8	22,4
	Авангард	203,4	361,2	299,6	22,9
Ризоактив Бобові	контроль	173,7	316,8	259,1	20,1
	Найс	215,8	371,1	313,7	23,7
	Авангард	228,5	383,7	328,5	24,1

комплексним варіантам. Найефективнішим серед них виявився Ризоактив Бобові у поєднанні з Авангардом, де у фазі ВВСН 65–67 площа асиміляційної поверхні становила 383,7 м²/га.

Отримані результати підтверджують, що інтегроване застосування біопрепаратів, зокрема комплексу Мікофренд + Ризоактив Бобові, у поєднанні зі стимулюючими препаратами забезпечує максимальне формування асиміляційної поверхні рослин гороху, що є важливою передумовою підвищення фотосинтетичної продуктивності та врожайності культури

Аналіз експериментальних даних свідчить, що площа асиміляційної поверхні рослин гороху сорту Гамбіт істотно змінювалася залежно від фази розвитку та застосованих елементів технології вирощування.

У фазі ВВСН 51–55 (бутонізація) найменші значення асиміляційної поверхні зафіксовано у контрольному варіанті без застосування біопрепаратів і мікродобрив – 101,4 м²/га. Використання мікродобрив Найс та Авангард сприяло зростанню цього показника до 121,3–129,6 м²/га. Застосування біопрепаратів забезпечувало більш суттєве підвищення площі асиміляційної поверхні, зокрема у варіанті Мікофренд + Ризоактив Бобові + Авангард вона досягала 259,7 м²/га, що більш ніж у 2,5 раза перевищувало контроль.

У фазі ВВСН 65–67 (масове цвітіння) спостерігалося максимальне формування асиміляційної поверхні. Найвищі показники зафіксовано у варіанті Мікофренд + Ризоактив Бобові + Авангард: 402,2 м²/га, що на 140,2 м²/га більше порівняно

з абсолютним контролем (262,0 м^2/га). Високі значення також отримано у варіантах Мікофренд + Нітрофікс + Авангард (388,7 м^2/га) та Ризоактив Бобові + Авангард (383,7 м^2/га) (табл. 2).

Таблиця 2

Площа асиміляційної поверхні рослин гороху сорту Гамбіт залежно від фази розвитку та елементів технології вирощування, м^2/га (середнє за 2020–2024 рр.)

Фактор А	Фактор В	ВВСН 51-55	ВВСН 65-67	ВВСН 71-75	ВВСН 81-55
контроль	контроль	101,4	262,0	213,5	16,0
	Найс	121,3	293,8	241,6	19,6
	Авангард	129,6	307,7	251,8	21,5
Мікофренд	контроль	138,9	270,3	219,5	18,9
	Найс	155,6	323,4	263,6	20,3
	Авангард	163,9	336,9	274,1	20,6
Мікофренд + Нітрофікс	контроль	173,3	322,8	260,5	20,4
	Найс	226,9	383,5	310,5	23,2
	Авангард	239,7	388,7	314,6	24,6
Мікофренд + Ризоактив Бобові	контроль	185,9	345,0	276,7	21,6
	Найс	243,6	391,7	326,8	23,8
	Авангард	259,7	402,2	335,9	25,4
Нітрофікс	контроль	165,8	303,4	249,1	19,2
	Найс	190,6	354,3	293,8	22,4
	Авангард	203,4	361,2	299,6	22,9
Ризоактив Бобові	контроль	173,7	316,8	259,1	20,1
	Найс	215,8	371,1	313,7	23,7
	Авангард	228,5	383,7	328,5	24,1

У фазі ВВСН 71–75 (налив бобів) площа асиміляційної поверхні дещо зменшувалася, що пов'язано з фізіологічним старінням листкової поверхні. Водночас перевага варіантів із комбінованим застосуванням мікоризних препаратів і мікродобрив зберігалася. Максимальне значення 335,9 м^2/га відмічено на варіанті Мікофренд + Ризоактив Бобові + Авангард, що перевищувало контроль на 122,4 м^2/га.

У завершальній фазі вегетації (ВВСН 81–85) відбувалося різке зменшення площі асиміляційної поверхні внаслідок природного відмирання фотосинтезуючих органів. Проте і в цей період застосування біопрепаратів забезпечувало вищі показники порівняно з контролем. Найбільшу площу асиміляційної поверхні 25,4 м^2/га, зафіксовано на ділянках із застосуванням препаратів Мікофренд + Ризоактив Бобові + Авангард, тоді як у контрольному варіанті вона становила: 16,0 м^2/га.

Висновок. Порівняльний аналіз показав, що формування асиміляційної поверхні у сортів гороху ЕСО та Гамбіт істотно залежало від фази розвитку та застосування біопрепаратів. В обох сортів максимальні значення площі асиміляційної поверхні формувалися у фазі ВВСН 65–67, після чого у фазах ВВСН

71–75 та ВВСН 81–85 спостерігалося поступове зниження показника внаслідок старіння фотосинтезуючих органів.

Сорт Гамбіт у середньому формував більшу асиміляційну поверхню, ніж сорт ЕСО (на 8–18 %), що зумовлено вищим габітусом рослин та більшою площею фотосинтезуючих органів. Вища рослинна маса сорту Гамбіт забезпечувала більший потенціал накопичення асиміляційної поверхні упродовж вегетації.

Разом із цим сорт Гамбіт виявив більш виражену реакцію на біопрепарати, демонструючи приріст площі асиміляційної поверхні відносно контролю на 25–60 %, тоді як у сорту ЕСО приріст становив у межах 20–45 % залежно від фази розвитку.

Найвищі показники в обох сортів забезпечувало поєднане застосування Мікофренду з Ризоактивом Бобові та мікродобривом Авангард, що підтверджує синергічний ефект мікоризних грибів, бактеріальних інокулянтів і оптимізованого мінерального живлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Петриченко В. Ф., Воронецька І. С., Корнійчук О. В. Сучасний стан та перспективи вирощування зернобобових культур в Україні. Корми і кормовиробництво. 2020. Вип. 89. С. 3–15. https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-01
2. Бахмат О. М., Ковальчук О. М. Вплив мікробних препаратів на формування продуктивності зернобобових культур. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 4. С. 52–60. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202204-07
3. Аверчев О. В., Ковшакова Т. С. Вплив біостимуляторів та мікроелементів на фенологічні показники сортів гороху в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 3–8. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022. 123.1
4. Ревтьо О. Я., Малярчук А. С. Особливості вирощування гороху посівного зернового типу за умов зміни клімату. *Таврійський науковий вісник*. 2025. Вип. 141. Ч. 2. С. 44–50. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.7
5. Іващенко О. О., Романенко О. Л. Біологізація технологій вирощування зернобобових культур. *Землеробство*. 2023. Вип. 2. С. 67–75. https://doi.org/10.31073/zemlerobstvo202302-09
6. Каленська С. М., Новицька Н. В., Андрієнко О. О. Вплив інокуляції на продуктивність гороху посівного. *Вісник НУБіП України. Серія*: *Агрономія*. 2021. Вип. 315. С. 112–120. https://doi.org/10.31548/agr2021.03.112
7. Ситник В. П., Кравченко Р. В. Біологічні особливості формування продуктивності гороху. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. № 2. https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.009
8. Nebaba, K., Khmelianchyshyn, Yu., Panasiuk, R., Puczel, J., & Koberniuk, O. (2025). Influence of biostimulants on physiological processes, productivity, and quality of pea crop in modern agriculture. *Scientific Horizons*, 28(1), 61–72. https://doi.org/10.48077/scihor1.2025.61
9. Yeremko L., Hanhur V., Staniak M. Effect of Mineral Fertilization and Seed Inoculation with Microbial Preparation on Seed and Protein Yield of Pea (*Pisum sativum L.*). Agronomy. 2024. Vol. 14, № 5. Article 1004. https://doi.org/10.3390/agronomy14051004
10. Бахмат М. І., Плахтій Д. П., Небаба К. С. Формування фотосинтетичного апарату гороху посівного залежно від технологічних прийомів в умовах Лісостепу Західного. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 3. С. 139–145. https://doi.org/10.31548/agr2020.03.033
11. Hossain M., Rahman M., Ali M., Islam M. Rhizobium inoculation and micronutrient addition influence the growth, yield, quality and nutrient uptake of garden peas (*Pisum sativum L.*). Phyton – International Journal of Experimental Botany. 2024. Vol. 93, № 5. P. 901–922. https://doi.org/10.32604/phyton.2024.049226

12. Kalapchieva S., Yankova V., Zlatareva E., Genev G. Micronutrient concentration in garden pea genotypes as affected by inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria. Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology. 2024. Vol. 58, № 4. P. 21–34. https://doi.org/10.61308/QLKP3659

13. Hubbard M., Thomson M., Bainard L. D. Effects of nitrogen fertilization and arbuscular mycorrhizal fungal inoculant on pea and lentil crops. Frontiers in Plant Science. 2023. Vol. 14. Article 1120435. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1120435

14. Bakhshandeh E., Pirdashti H., Shahsavarpour L. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on growth and yield of pea. Journal of Plant Nutrition. 2019. Vol. 42, № 3. P. 318–330. https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1554671

15. Hrushetsky, S., Nebaba, K., Pantsyreva, H., Stepanchenko, V., Zagnitko, V. Impact of modern precision seed drill parameters on field germination and plant preservation of peas in the forest-steppe zone of Ukraine. Ecological Engineering and Environmental Technology. 2025, 26(12), C. 329–339. DOI: https://doi.org/10.12912/27197050/214421

16. Chen M., Wang L., Li Y., Zhang X. Legume-based rotation enhances subsequent wheat yield and maintains soil carbon storage. Agronomy for Sustainable Development. 2023. Vol. 43. Article 64. DOI: 10.1007/s13593-023-00874-2.

17. Мазур В. А., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Формування фотосинтетичного потенціалу зернобобових культур. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 12. С. 78–86. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2019-12-09

Дата першого надходження статті до видання: 28.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

UDC 635.64:632.4:631.563
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.11

MONITORING THE PREVELENCE AND DEVELOPMENT OF MAJOR TOMATO DISEASES IN PROTECTED CULTIVATION

Noskov O. S. *– Graduate student at the B.M. Litvinov Department of Zoology, Entomology, Phytopathology, Integrated protection and Quarantine of Plants, State Biotechnological University*
orcid.org/0009-0001-6468-6457
Horiainova V. V. *– Candidate of Agricultural Sciences, Associate professor at the Department of Zoology, Entomology, Phytopathology, Integrated Plant Protection and Quarantine named after B. M. Lytvynov, State Biotechnological University*
orcid.org/0000-0002-4883-0770
Stankevych S. V. *– Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Zoology, Entomology, Phytopathology, Integrated Plant Protection and Quarantine named after B. M. Lytvynov, State Biotechnological University*
orcid.org/0000-0002-8300-2591

Tomato (Solanum lycopersicum L.) is a key crop in protected cultivation, where closed-ground systems ensure high yields and year-round supply. However, intensive greenhouse practices – high plant density, stable microclimates, and continuous cultivation – create favorable conditions for pathogen development. This study investigated the prevalence, development, and harmfulness of major tomato diseases in greenhouses of LLC "Poltava-Sad" (Poltava Region, Ukraine) during 2024–2025. Phytopathological surveys identified fungal, bacterial, and mycoplasmal pathogens affecting tomatoes, including Cladosporium fulvum, Phytophthora infestans, Macrosporium solani, Pseudomonas lycopersicum, Fusarium oxysporum, and Verticillium alboatrum. Cladosporiosis exhibited the highest prevalence (21.7 %) and disease intensity (10.3 %), followed by blossom-end rot (14.9 % / 5.7 %), while late blight and verticillium wilt were less widespread due to controlled greenhouse conditions. Comparative assessment of substrate types showed higher infection levels on mineral wool compared to soil mixtures, highlighting the influence of root-zone moisture, condensation, and planting density on pathogen development. The efficacy of biological control agents was evaluated, demonstrating that biofungicides Fitosporin-M and Isokur significantly reduced the prevalence and intensity of leaf mold, late blight, and blossom-end rot, with technical efficacy ranging from 71.5 % to 79.4 %. Application of biofungicides improved physiological and biochemical processes, enhanced nutrient uptake, stimulated photosynthesis, and increased yield by 12.4–18.6 % compared to untreated controls. Results indicate that integrated disease management, combining biological agents with cultural practices and microclimate regulation, is effective, environmentally safe, and economically justified for maintaining stable yields and high-quality tomato production in protected cultivation systems.

Key words: *tomatoes, protected cultivation, pathogen, prevalence, development, biological control measures, technical efficacy.*

Носков О. С., Горяінова В. В., Станкевич С. В. Моніторинг поширеності та розвитку основних хвороб томатів у закритому ґрунті

Томат (Solanum lycopersicum L.) є ключовою культурою закритого ґрунту, де вирощування у тепличних господарствах забезпечує високі врожаї та постачання продукції продовж року. Однак інтенсивні тепличні практики – висока щільність посадок, стабільний мікроклімат та безперервне вирощування – створюють сприятливі умови для розвитку

© Noskov O. S., Horiainova V. V., Stankevych S. V., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

фітопатопатогенів. У результаті дослідження нами був проведений моніторинг поширеності та розвитку основних хвороб томатів у закритому ґрунті у ТОВ «Полтава-Сад» (Полтавський район, Полтавська область) у 2024–2025 роках. Фітопатологічні обстеження виявили грибні, бактеріальні та мікоплазмові патогени, що уражують томати, зокрема Cladosporium fulvum, Phytophthora infestans, Macrosporium solani, Pseudomonas lycopersicum, Fusarium oxysporum та Verticillium alboatrum. Найвищі показники поширеності (21,7 %) та інтенсивності розвитку (10,3 %) спостерігалися при кладоспоріозі, за яким слідувала верхівкова гниль (14,9 % / 5,7 %), тоді як фітофтороз та вертицильозне в'янення були менш поширеними завдяки контрольованим тепличним умовам. Порівняльна оцінка типів субстрату показала вищий рівень ураження томатів на мінеральній ваті порівняно з ґрунтосумішшю, що свідчить про вплив вологості зони коренів, конденсації та щільності посадки на розвиток патогенів. Оцінка ефективності біологічних засобів захисту показала, що біофунгіциди Фітоспорин-М та Ізокур значно знижують поширеність та інтенсивність розвитку кладоспоріозу, фітофторозу та верхівкової гнилі, із технічною ефективністю від 71,5 % до 79,4 %. Застосування біофунгіцидів сприяло покращенню фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, підвищенню засвоєння елементів живлення, стимуляції фотосинтезу та формуванню зав'язей, що призвело до збільшення врожайності на 12,4–18,6 % порівняно з контролем. Результати свідчать, що інтегрована система захисту, яка поєднує біологічні засоби, агротехнічні практики та регулювання мікроклімату, є ефективною, екологічно безпечною та економічно обґрунтованою для забезпечення стабільних врожаїв і високоякісної продукції томатів у закритому ґрунті.

Ключові слова: *томати, закритий ґрунт, патоген, поширеність, розвиток, біологічні заходи захисту, технічна ефективність.*

Statement of the problem. Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is a key vegetable crop in protected cultivation systems, where closed ground production ensures high yields and year-round supply. However, intensive greenhouse practices – such as high plant density, stable microclimates, and limited crop rotation n– create favorable conditions for the rapid spread of plant diseases.

Fungal, oomycete, bacterial, and viral pathogens significantly reduce yield and fruit quality in closed ground conditions. Diseases including late blight, powdery mildew, gray mold, fusarium wilt, and bacterial spot are especially harmful due to high humidity and continuous cultivation cycles. Climate change, greenhouse intensification, and monoculture have further altered disease complexes and increased pathogen aggressiveness, while resistance to pesticides limits chemical control effectiveness.

At the same time, insufficient data on the prevalence and development of major tomato diseases under specific greenhouse conditions hinders the implementation of effective integrated management strategies. Therefore, systematic phytosanitary monitoring is necessary to identify dominant pathogens, track disease dynamics, and support the development of sustainable and efficient disease control measures in greenhouse tomato production.

Analysis of recent researches and publications. In recent years, significant attention has been given to the study of phytopathological conditions of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under protected cultivation systems, both in Ukraine and internationally. Ukrainian researchers have focused on the prevalence, development, and harmfulness of major tomato pathogens in greenhouses, as well as on integrated approaches to their control.

Serhienko and Blancard [1, p. 363–368; 2, p. p. 322–324] emphasized the dominant role of fungal and oomycete pathogens, such as *Phytophthora infestans*, *Botrytis cinerea*, and powdery mildew, in shaping the phytosanitary status of greenhouse tomatoes in Ukraine. Their studies highlight the necessity of integrated disease management systems combining chemical, biological, and agronomic methods to reduce pathogen spread and mitigate yield losses. Shattock [3, p. 944–950] and Ivanov et al. [4, p. 803–812] analyzed

the epidemiology of major tomato diseases, noting that high plant density, continuous cultivation, and microclimatic stability significantly favor pathogen development and accumulation in closed systems.

Boiko [5, p. 65–72] studied the influence of greenhouse microclimate on fungal disease dynamics, demonstrating that temperature and relative humidity are critical factors affecting pathogen aggressiveness. Tkalenko and Kumar [6, 7, p. 112–119] stressed the importance of timely disease diagnosis and the use of protective measures, including fungicides, resistant cultivars, and agronomic practices, to maintain stable productivity.

International studies support these findings. Smith and Jones [8, p. 721–732] and Egel et al. [9, p. 90–97] demonstrated that controlled greenhouse microclimatic conditions, while beneficial for plant growth, can enhance pathogen development, necessitating precise monitoring and adaptive management. Petrova [10, p. 45–53] highlighted that changes in cultivation practices and climate variability are altering the structure and aggressiveness of tomato disease complexes under protected conditions. The FAO [11, p. 399–427] and Agrios [12, p. 398–401] provide comprehensive guidance on integrated pest and disease management, which remains highly relevant for greenhouse vegetable production worldwide.

Overall, both domestic and international studies underline the need for continuous monitoring of tomato diseases in closed-ground systems, the adaptation of integrated management strategies to local conditions, and the combination of chemical, biological, and cultural methods. Despite substantial progress, gaps remain in obtaining up-to-date, region-specific data on pathogen prevalence, disease dynamics, and economic impact, particularly under the evolving climatic and technological conditions of Ukrainian greenhouse production.

Objective. The aim of this study is to investigate the prevalence, development, and harmfulness of major tomato diseases in closed-ground cultivation systems. The research focuses on identifying the key fungal, oomycete, bacterial, and viral pathogens affecting greenhouse tomatoes, assessing the influence of microclimatic conditions and cultivation practices on disease dynamics, and quantifying their impact on plant growth, fruit quality, and yield. Additionally, the study evaluates the effectiveness of chemical, biological, and integrated disease management strategies and provides scientifically grounded recommendations for sustainable and region-specific approaches to disease control, ensuring stable productivity and profitability of protected tomato production.

Materials and methods. The study was conducted in experimental greenhouse facilities located in different regions of Ukraine during the 2024–2025 growing seasons in ”Poltava Sad” LLC. Commonly cultivated tomato varieties (*Solanum lycopersicum* L.) were used for all experiments. Field surveys were carried out periodically to assess the prevalence and intensity of major tomato diseases, including late blight (*Phytophthora infestans*), Cladosporium leaf spot (*Fulva fulva*), blossom-end rot (*bacterias Pseudomonas lycopersicum*), using standard phytopathological methods [13, p. 124–126; 14, p. 134–136; 15, p. p. 215–218].

Infected plant samples, including leaves, stems, and fruits, were collected and examined in the laboratory for pathogen identification based on morphological, cultural, and microscopic characteristics [16, p. 210–212; 17, p. 132–136]. Controlled experiments evaluated the effectiveness of selected fungicides, biological agents, and cultural practices such as plant spacing, irrigation regimes, and cultivar resistance for disease suppression. Treatments were arranged in a randomized complete block design with three replications, and standard agronomic practices were applied.

Disease severity was assessed at key growth stages using established disease rating scales, and yield parameters – including fruit number per plant, average fruit weight, total yield, and quality indices – were recorded. Statistical analyses were performed using correlation and regression methods to determine the relationships between disease severity and yield losses, and to assess the economic impact of pathogen infection on greenhouse tomato production [18, p. 120–122; 19, p. 26–30; 20, p. 433–437].

Summary of the main research material. In 2024–2025, studies on the species composition, prevalence, and development of tomato diseases in protected cultivation were conducted at LLC "Poltava-Sad," Poltava District, Poltava Region, Ukraine. The species composition of tomato pathogens, their distribution, and development dynamics were identified and clarified. The diseases recorded in the experimental plots are presented in Table 1.

According to the data in Table 1, a wide spectrum of pathogens affecting tomato crops was identified in the greenhouse complex of LLC "Poltava-Sad" in 2024–2025, with fungal and bacterial diseases predominating.

Cladosporiosis (*Cladosporium fulvum*) showed the highest prevalence (*P* – 21.7 %), indicating its widespread occurrence under greenhouse conditions. The high intensity of disease development (*D* = 10.3 %) reflects a significant impact on the photosynthetic leaf area, leading to reduced plant productivity.

Table 1

Species composition of major tomato diseases in protected cultivation at LLC "Poltava-Sad," 2024–2025

Disease	Causal agent	P, %	D, %
Late blight	*Phytophthora infestans*	7,8	4,0
Cladosporium leaf spot	*Cladosporium fulvum*	21,7	10,3
Macrosporiosis	*Macrosporium solani*	12,7	4,2
Damping-off	*Pythium debaryanum i Rhizoctonia solani*, bacteria *Erwinia*	9,8	2,8
Blossom-end rot	bacteria *Pseudomonas lycopersicum*	14,9	5,7
Stem	Mycoplasma organism	10,4	3,2
Verticillium wilt	*Fusarium oxysporum*, *Verticillium alboatrum*	5,6	1,5

The second most economically significant disease was blossom-end rot (*Pseudomonas lycopersicum*), with a prevalence of 14.9 % and disease development of 5.7 %, highlighting the important role of bacterial infections in reducing fruit quality, particularly under conditions of high humidity and temperature fluctuations.

Macrosporiosis (*Macrosporium solani*) – *P* = 12.7 %, *D* = 4.2 % – and stem mycoplasma infection – *P* = 10.4 %, *D* = 3.2 % – were also notable components of the phytopathological complex, indicating the significant negative effects of both fungal and mycoplasmal infections on plant health.

Damping-off, caused by fungi (*Pythium debaryanum, Rhizoctonia solani*) and bacteria (*Erwinia spp*.), and exhibited a prevalence of 9.8 % and disease development of 2.8 %, which is typical for early growth stages in dense plantings or under suboptimal microclimatic conditions.

Lower shares in the structure of phytopathogens were recorded for late blight (*Phytophthora infestans*) – 7.8 %/4.0 % and verticillium wilt (*Fusarium oxysporum, Verticillium alboatrum*) – 5.6 %/1.5 %. This is primarily explained by the controlled

greenhouse environment, which suppresses the development of pathogens typical for open-field cultivation.

In conclusion, the overall phytosanitary situation in the greenhouses of LLC "Poltava-Sad" is characterized by the predominance of foliar fungal diseases (cladosporiosis, macrosporiosis) and bacterial fruit infections (blossom-end rot). To stabilize the phytosanitary condition of tomato crops, it is advisable to strengthen preventive measures aimed at regulating the microclimate, performing sanitary treatments of greenhouses, and applying biological control agents targeted against the main pathogens.

A comparative assessment was carried out to evaluate tomato infection by major diseases depending on the type of substrate used – soil mixture and mineral wool. The study aimed to determine how substrate type influences the prevalence and development of key pathogens in protected cultivation.

The data presented in Table 2 show a comparative assessment of tomato infection by major diseases depending on the type of substrate – soil mixture and mineral wool. The study allows evaluating the impact of cultivation conditions on the phytosanitary status of greenhouse crops and indicates a high infectious pressure, which, in our opinion, is likely to persist in the following years.

The highest disease prevalence and development were observed in the mineral wool variant, which may be associated with increased root-zone moisture, rapid condensation accumulation on leaves, and higher planting density.

Cladosporiosis (*Cladosporium fulvum*) was the dominant disease in both variants. Its prevalence in the soil mixture was 25.4 %, with a disease development of 15.2 %, while in the mineral wool variant it reached 29.4 % and 17.3 %, respectively. This indicates that the fungal pathogen actively develops under conditions of elevated air humidity and limited air circulation, typical of protected cultivation systems.

Late blight (*Phytophthora infestans*) had relatively low prevalence – 7.8 % in soil mixture and 9.3 % in mineral wool, with disease development of 4.0 % and 3.9 %, respectively. The minor differences suggest that this pathogen spreads less actively under a stable greenhouse microclimate, especially when humidity and ventilation are controlled.

Table 2

Prevalence and development of major tomato diseases in closed cultivation at LLC "Poltava-Sad," 2025

Disease	Soil mixture		Mineral wool	
	Prevalence, %	Development, %	Prevalence, %	Development, %
Cladosporiosis	25,4	15,2	29,4	17,3
Late blight	7,8	4,0	9,3	3,9
Blossom-end rot	15,6	3,3	16,9	4,2

Blossom-end rot (*Pseudomonas lycopersicum*) showed a moderate prevalence – 15.6 % in soil mixture and 16.9 % in mineral wool, with disease development of 3.3 % and 4.2 %, respectively. This indicates that bacterial rot is more pronounced in fruits grown on inert substrates, where nutrient imbalances, particularly calcium deficiency, can occur.

Overall, the results indicate that tomato cultivation on mineral wool is associated with a higher infectious load compared to traditional soil mixtures. This underscores the need to strengthen phytosanitary control, regularly monitor substrate moisture, conduct

preventive treatments with biofungicides, and implement drip irrigation systems with microclimate control to prevent pathogen development.

One of the key directions in modern protected vegetable cultivation is the implementation of environmentally safe and energy-efficient technologies, which include the use of biological plant protection products. These preparations not only provide effective control of major tomato diseases but also help maintain the natural biocenotic balance, reduce chemical load on the environment, and improve the phytosanitary status of greenhouses.

The results of biofungicide efficacy studies are presented in Figure 1. Analysis of the data shows that treatment with biofungicidal products significantly reduced the prevalence and intensity of late blight (*Phytophthora infestans*) and leaf mold (*Cladosporium fulvum*) in tomato plants.

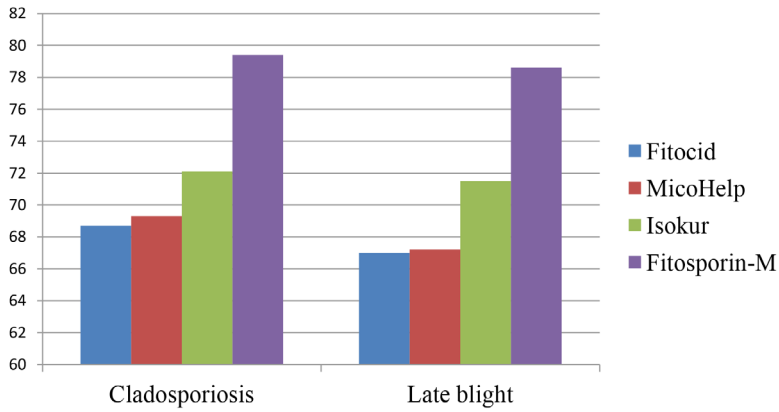


Fig. 1. Technical efficacy of biofungicides in the protection of tomatoes against major diseases, 2025

The highest technical efficacy was observed with the use of Fitosporin-M (0.5 kg/ha) and Isokur (2.5 l/ha). For leaf mold, the efficacy reached 79.4 % and 72.1 %, respectively, while for late blight it was 78.6 % and 71.5 %. This demonstrates the pronounced fungicidal activity of biological preparations, which is based on the antagonistic activity of beneficial microorganisms from the genera Bacillus and Trichoderma, suppressing pathogen development, activating plant immune responses, and stimulating growth.

The use of biofungicides reduces the number of chemical treatments required during the growing season, which is particularly important for greenhouse production, where intensive use of chemical agents may lead to the accumulation of toxic residues in the harvested produce.

Thus, the results of the study confirm that the biological preparations Fitosporin-M and Isokur exhibit high technical efficacy and can be recommended as part of an integrated tomato protection system in protected cultivation, aimed at producing environmentally safe and high-quality products.

The findings indicate that the application of biofungicides in tomato protection systems under closed-ground conditions is an effective agronomic measure, significantly reducing plant infection by major diseases compared to untreated control plots. Biological preparations contribute to the suppression of diseases such as late blight, leaf mold, and blossom-end rot by the antagonistic action of beneficial microorganisms, which inhibit pathogenic microflora, stimulate plant growth, and enhance plant immunity.

Improvement of the phytosanitary condition of crops positively affected tomato yield, as shown in Figure 2. The figure demonstrates that the use of biofungicides, particularly Fitosporin-M and Isokur, resulted in a yield increase of 12.4–18.6 % compared to the control.

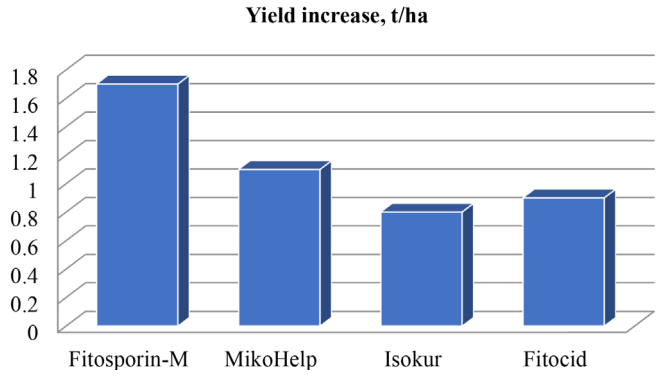


Fig. 2. Yield increase from the use of biofungicides in the protection of tomatoes against major diseases, 2025

This indicates that biological plant protection agents not only effectively suppress disease development but also contribute to the optimization of physiological and biochemical processes in plants, enhance nutrient uptake, stimulate photosynthesis, and promote fruit set. As a result, their application leads to increased productivity and improved fruit quality while reducing the pesticide load on the greenhouse ecosystem.

Thus, the use of biofungicides in greenhouse tomato production is scientifically justified and economically feasible as an integral component of integrated plant protection, ensuring stable yields and environmentally safe produce.

Conclusions. The conducted research demonstrates that tomato cultivation in protected systems is highly susceptible to a diverse range of fungal, bacterial, and mycoplasmal pathogens, with *Cladosporium fulvum, Pseudomonas lycopersicum, Macrosporium solani*, and *Phytophthora infestans* being the most prevalent and harmful. The study revealed that substrate type significantly influences disease prevalence and development, with mineral wool favoring higher infection levels due to increased root-zone moisture, condensation on leaves, and denser planting.

Application of biological control agents, specifically Fitosporin-M and Isokur, effectively suppressed major tomato diseases, reducing pathogen prevalence and intensity by up to 79.4 %, while also enhancing plant physiological and biochemical processes, nutrient uptake, and photosynthetic activity. This translated into a yield increase of 12.4–18.6 % compared to untreated controls, confirming the practical benefits of biofungicides in greenhouse tomato production.

Overall, the results indicate that integrated disease management – combining biological agents, cultural practices, and microclimate regulation – is a scientifically justified, economically feasible, and environmentally safe approach. Its implementation ensures the stabilization of phytosanitary conditions, improvement of fruit quality, and maintenance of high and sustainable yields in closed-ground tomato cultivation systems.

REFERENCES:

1. Сергієнко В. Г. Шкідливість основних хвороб томатів. *Карантин рослин і захист рослин*. 2006, Вип. 52. С. 363–368.
2. Blancard D. Tomato diseases: Identification, biology and control. London : Manson Publishing, 2012. 669 p.
3. Shattock, R. Phytophthora infestans: populations, pathogenicity and phenylamides. *Pest Management Science*, 2002, 58 (9), 944–950. doi: 10.1002/ps.527
4. Ivanov, O. V., Petrenko, V. A., Moroz, S. V. Phytopathological status of greenhouse tomato crops in Eastern Europe. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 2020, 127(6), 803–812. https://doi.org/10.1007/s41348-020-00345-7
5. Бойко М. І., Мельник О. П. Вплив мікрокліматичних умов теплиць на розвиток грибних хвороб томатів. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 3. С. 65–72.
6. Kumar Singh Vipin, Kishore Singh Amit, Kumar Ajay (2017). Disease management of tomato through PGPB: current trends and future perspective. Biotech Aug; 7(4): 255. https://link.springer.com/article/10.1007/s13205-017-0896-1
7. Ткаленко Г. М., Борзих О. І. Хвороби томатів у захищеному ґрунті та сучасні підходи до їх контролю. *Овочівництво і баштанництво*. 2021. Вип. 69. С. 112–119.
8. Smith, R. J., Jones, M. A. (2019). Disease dynamics of tomato in protected cultivation systems. *Plant Pathology*, 68(4), 721–732. https://doi.org/10.1111/ppa.12987
9. Egel D.S., Hoagland L., Davis J, Marchino C., Bloomquist M. Efficacy of organic disease control products on common foliar diseases of tomato in field and greenhouse trials. *Crop Protection*. Volume 122, August 2019, P. 90–97. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.04.022
10. Petrova, N. I. Changes in the structure of tomato disease complexes under protected cultivation. *Agricultural Science and Practice*, 2022, 9(2), 45–53.
11. FAO. Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops. Rome: *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. 2021, P. 399–427.
12. Agrios, G. N. *Plant Pathology*. 5th Edition, Elsevier Academic Press, Amsterdam, 2005, Vol. 26–27, P. 398–401.
13. Горяінова В. В., Станкевич С. В., Батова О. М., Жукова Л. В. Загальна фітопатологія: навч. посібник. Житомир: ПП «Рута», 2023. 378 с.
14. Станкевич С. В., Положенець В. М., Немерицька Л. В., Журавська І. А. Моніторинг хвороб сільськогосподарських культур: навч. посіб. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 303 с.
15. Носков О. С., Горяінова В. В. Моніторинг основних хвороб томатів в умовах закритого ґрунту. *Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи. IV Міжнародної наук.-практ. конф., присвяченої ювілейним датам від дня народження фундаторів захисту і карантину рослин професорів В. Г. Авериніа, Т. Д. Страхова, Й. Т. Покозія та Є. М. Білецького* (м. Харків, ДБТУ, 23−24 жовтня 2025 р.). Харків: Видавництво «Право». С. 215–218.
16. Піковський М. Й. Кирик М. М. Фітосанітарний моніторинг хвороб сільськогосподарських культур: метод. посіб. Київ, 2010. 224 с.
17. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П. та ін. Методики випробування і застосування пестицидів. Київ : Світ, 2001. 448 с.
18. Туренко В. П., Станкевич С. В., Забродіна І. В., Горяінова В. В. Жукова Л. В. Кабанець В. В. Олейніков Є. С. Кошеляєва Я. В. Комплексні системи захисту сільськогосподарських культур від хвороб : навч. посібник. вид. 3-тє, перероб. й допов. Харків : Біотехкнига, 2025. 406 с.
19. Станкевич С. В., Балан Г. О. Технічні засоби застосування пестицидів: навч. посіб. Житомир : ПП Рута, 2023. 188 с.
20. Туренко В. П., Білик М. О., Станкевич С. В., Забродіна І. В. Сучасні пестициди і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. Житомир : Видавництво «Рута», 2023. 564 с.

Дата першого надходження статті до видання: 26.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633/635, 68, 68.35.05, 68.35.31
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.12

ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЗЕРНА РІЗНОСТИГЛИХ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

Олійник Ю. А. *– аспірант кафедри рослинництва, селекції та насінництва,*
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0002-2398-2831
Хоміна В. Я. *– д.с.-г.н., професор,*
завідувач кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0002-8698-0008

Стаття присвячена питанням впливу способів сівби та норм висіву насіння на урожайність різних за стиглістю сортів сої при вирощуванні в умовах Лісостепу західного. В статті наведено результати досліджень наукової спільноти щодо актуальності проведення досліджень з питань якості зерна сої залежно від агротехнічних чинників в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Мета досліджень полягала у встановленні впливу способу сівби та норми висіву насіння на показники якості зерна різних за стиглістю сортів сої за вирощування в умовах Лісостепу західного. Закладався трифакторний дослід: Фактор А – сорт (Моцард (ультраранній), Сяйво (середньоранній), Сенсор (середньостиглий); фактор В – спосіб сівби: широкорядний (45 см), twin row або двострічковий (19 × 38 см); фактор С – норма висіву насіння (400, 500, 600, 700 тис. насінин / га). За контроль взято сортостандарт Моравія (середньостиглий), спосіб сівби – широкорядний (45 см), норма висіву насіння – 500 тис. насінин/га.

Дослідженнями встановлено, що на хімічний склад (вміст білка та олії) та технологічні показники (маса 1000 зерен) різностиглих сортів сої мали вплив способи сівби та норми висіву насіння. Так, у сорту Моцард найвищий вміст білка 38,4 % був за норми висіву насіння 700 тис. шт/га; для сорту Сяйво максимальний вміст білка 39,3 % був за норми висіву насіння 600 тис. шт/га; для Сорту Сенсор – 42,9 % за норми висіву насіння 500 тис. шт / га.

Оптимальним вмістом олії 22,8 % характеризувався сорт Сенсор за сівби двострічковим способом нормою висіву насіння 500 тис. шт/га, а також сорт Сяйво (22,6 %) за сівби цим же способом нормою висіву насіння 700 тис. шт/га. Ультра ранній сорт Моцард характеризувався найменшою масою 1000 зерен (150–161 грам). У середньораннього сорту Сяйво та середньостиглого Сенсор маса 1000 зерен була в межах 160–180 грам. Оптимальний показник був у сорту Сяйво за сівби способом twin row (19 × 38 см) нормою висіву 500 тис. шт / га.

Ключові слова: *соя, сорт, група стиглості, спосіб сівби, норма висіву насіння, вміст білка, вміст олії, маса 1000 зерен.*

Khomina V. Ya., Oliinyk Yu. A. Quality indicators of grain in soybean varieties with different maturity groups depending on technological factors

The article addresses the influence of sowing methods and seeding rates on the yield of soybean varieties differing in maturity when grown under the conditions of the Western Forest-Steppe. The paper presents the results of scientific research concerning the relevance of studying soybean grain quality depending on agrotechnical factors under various soil and climatic conditions.

The purpose of the research was to determine the effect of the sowing method and seeding rate on grain quality indicators of soybean varieties with different maturity groups grown in the Western Forest-Steppe. A three-factor experiment was established: Factor A – variety (Mozart – ultra-early, Siaivo – early-maturing, Sensor – mid-maturing); Factor B – sowing

© Олійник Ю. А., Хоміна В. Я., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

method: wide-row (45 cm), twin-row (19×38 cm); Factor C – seeding rate (400, 500, 600, 700 thousand seeds per hectare). The standard variety Moravia (mid-maturing), wide-row sowing method (45 cm), and a seeding rate of 500 thousand seeds per hectare were used as the control.

The studies showed that the chemical composition (protein and oil content) and technological indicators (1000-seed weight) of soybean varieties with different maturity groups were influenced by sowing methods and seeding rates. In particular, the highest protein content in the variety Mozart (38.4 %) was observed at a seeding rate of 700 thousand seeds/ha; for the variety Siaivo, the maximum protein content (39.3 %) was recorded at a seeding rate of 600 thousand seeds/ha; for the variety Sensor, it reached 42.9 % at a seeding rate of 500 thousand seeds/ha.

The optimal oil content (22.8 %) was observed in the variety Sensor when sown by the twin-row method with a seeding rate of 500 thousand seeds/ha, as well as in the variety Siaivo (22.6 %) under the same sowing method with a seeding rate of 700 thousand seeds/ha. The ultra-early variety Mozart was characterized by the lowest 1000-seed weight (150–161 g). In the early-maturing variety Siaivo and the mid-maturing variety Sensor, the 1000-seed weight ranged from 160 to 180 g. The optimal value was recorded for the variety Siaivo when sown by the twin-row method (19 × 38 cm) with a seeding rate of 500 thousand seeds/ha.

Key words: *soybean, variety, maturity group, sowing method, seeding rate, protein content, oil content, 1000-seed weight.*

Постановка проблеми. Соя може стати рятівною культурою в Україні в умовах соціально-економічній ситуації, що склалася сьогодні, коли гостро відчувається дефіцит харчового й кормового білка. Це не тільки джерело дешевого й повноцінного білка, порівняно із білком м'яса, молока і яєць, але й можливість швидкого збільшення його виробництва (порівняно із відновленням тваринницької галузі), що відкриває перспективу надійного й простого вирішення цієї проблеми [7].

Соя містить 35–52 % повноцінного за амінокислотним складом білка (лізин, триптофан), 17–27 % високоякісної, за жирнокислотним складом, рослинної олії, 18–25 % різних перетравних вуглеводів, основні рослинні вітаміни, 5 % мінеральних солей, а також специфічні для цієї культури та біологічно активні, життєво важливі компоненти (вітаміни групи В, фосфліпіди, ізофлавони, лектини, сапоніни, фітати, олігосахариди) [11].

Питання отримання зерна сої з високими показниками якості та хімічного складу залишається актуальним, заслуговує на увагу оцінка високопродуктивних сортів, обґрунтування та впровадження нових ефективних агротехнічних заходів при вирощуванні культури в конкретних ґрунтово-кліматичних зонах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зернобобові культури, зокрема соя, як одне з найбагатших рослинних джерел білка (35–55 % складу), який за складом амінокислот наближається до тваринного, забезпечуючи повноцінне харчування, цікавить наукову спільноту як об'єкт для вивчення.

У порівнянні з іншими бобовими культурами (горох, нут, квасоля) соя культурна має значно більшу сумарну кількість білка та олії в насінні, і тому й більший вихід їх з гектара посіву, навіть при порівняно нижчій урожайності зерна. Найбільш збалансоване за сумою основних (незамінних) амінокислот має насіння сої, потім люпину, гороху, кормових бобів. В одному кілограмі насіння гороху сума амінокислот у двічі менша (86,6 г), ніж у насінні сої (169,8 г). Вміст мікроелементів у насінні сої дуже різноманітний, що підвищує харчову та кормову цінність. Загальна сума їх становить 176,5–215,6 мг на 1 кілограм насіння. За вмістом марганцю (Mn) насіння сої у двічі перевищує горох, боби, сочевицю, чину [5].

Флакей В. В. в своїх дослідженнях відображає залежність показників вмісту білка, олії та врожайності сої від біологічних препаратів та систем обробітку ґрунту [10].

Ткачук О. П., Алєксєєв О. О. досліджували технологічні та агроекологічні показники груп сортів сої за стиглістю. Авторами встановлено, що найвищий вміст білка у насінні встановлений в ультра скоростиглих сортів – 40,7 % (сорти Беркана, Райдуга, Голубка та Мелодія), жиру – в середньостиглих сортів – 21,6 % (сорти: Валентія, Васильківська, Тена, Аполон) [9]. Біохімічна складова (вміст протеїну та вміст жиру) насіння сої, урожайність та вихід жиру й протеїну значно залежить від погодних умов і сорту. Любич В. В., Войтовська В. І. та ін. стверджують, що в умовах Правобережного Лісостепу для стабільного вирощування високого виходу протеїну за різних погодних умов необхідно вирощувати сорт сої Аріса, який має високий вміст протеїну та високу врожайність насіння та сорт Аляска, який має високий вміст протеїну в насінні. Крім цього, в кращих за зволоженням умовах року здатний формувати високий вихід жиру) [4].

Метою дослідження Рябухи С.С., Чернишенко П. В. та ін. було встановлення закономірностей упливу гідротермічного режиму довкілля на показники врожайності та якості насіння сої у східному Лісостепу України, визначення мінливості ознак під впливом чинників середовища. Авторами встановлено, що сумарний уміст білка та олії в насінні визначається вмістом білка і не залежить від умісту олії. Збір білка та олії не залежав від умісту білка і мав негативну кореляцію із умістом олії [8]. Нікітенко О.В., Поляков О.І. вивчали питання продуктивності сортів сої в беззмінних посівах в залежності від агроприйомів вирощування, виявляючи, що правильний підбір сортів та агротехнічних заходів (обробіток ґрунту, добрива) здатні нівелювати негативні наслідки монокультури та забезпечити стабільну врожайність [6].

Гадзало Я. М., Вожегова Р. А., Лікар Я. О. встановлено, що на вміст білка в насінні сої за її вирощування на поливних землях Південного Степу України найбільший вплив здійснював сортовий фактор та захист рослин. Максимальна білковість на рівні 41,2 % сформована у сорту Святогор за другого строку сівби та застосуванні хімічного захисту рослин, а також у сорту Даная за першого строку сівби та застосуванні хімічного захисту рослин (39,7 %) [1]. Івасик М. В. встановлено, що оптимальний вміст білка 39,8 % був у сорту Ультра за сівби широкорядним способом та застосуванням стимулятора росту. Найвищим вмістом олії 22,3 % характеризувався сорту сої Білявка за сівби суцільним рядковим способом (на 15 см) та застосування стимулятора росту Гіберелін [3].

Отже, досліджень з питань впливу агротехнічних заходів та сортових особливостей сої проводиться чимало, проте висвітлення питання якості зерна різних за стиглістю сортів сої залежно від поєднання нетрадиційних способів сівби та норм висіву насіння потребують детального вивчення.

Постановка завдання. Мета досліджень полягала у встановленні впливу способу сівби та норми висіву насіння на показники якості зерна різних за стиглістю сортів сої за вирощування в умовах Лісостепу західного.

Закладався трифакторний дослід: Фактор А – сорт (Моцард (ультраранній), Сяйво (середньоранній), Сенсор (середньостиглий); фактор В – спосіб сівби: широкорядний (45 см), twin row або двострічковий (19 × 38 см); фактор С – норма висіву насіння (400, 500, 600, 700 тис. насінин / га). За контроль взято сортостандарт Моравія (середньостиглий), спосіб сівби – широкорядний (45 см), норма висіву насіння – 500 тис. насінин / га.

Виклад основного матеріалу. Вміст білка у зерні сої залежить від генетичних особливостей сорту, гідротермічних умов вирощування (підвищена температура та брак вологи збільшують білок), мінерального живлення (особливо азот)

та застосування біопрепаратів. Посушливі умови сприяють вищому протеїну, але зменшують вміст жиру. Нами визначено вміст білка у зерні сої різних за групою стиглості сортів залежно від способів сівби та норм висіву насіння. Показник залежно від досліджуваних чинників коливався в межах 38,0-44,8 % (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст білка в зерні різностиглих сортів сої залежно від способу сівби та норми висіву насіння (середнє за 2023–2025 рр.), т/га

Сорт (А)	Спосіб сівби (В)	Норма висіву насіння, тис. насінин / га (С)			
		400	500	600	700
Моравія (контроль)	широкорядний (45 см)	–	38,0	–	–
Моцард	широкорядний (45 см)	41,0	41,5	42,1	43,2
	tvin row (19 × 38 см)	41,2	43,0	43,5	44,8
Сяйво	широкорядний (45 см)	38,0	38,3	38,1	38,4
	tvin row (19 × 38 см)	38,6	39,3	39,2	39,0
Сенсор	широкорядний (45 см)	41,8	42,1	42,0	41,3
	tvin row (19 × 38 см)	42,7	42,9	42,5	42,2

Максимальний вмістом білка характеризувалися сорти: Моцард (з показниками – 41,0–44,8 %) та сорт Сенсор (з показниками 41,3–42,9 %). Як видно, способи сівби та норми висіву насіння істотно впливали на накопичення вмісту білка, проте відіграли роль і генетичні та біологічні особливості сортів. Ультра ранні сорти, до яких відноситься сорт Моцард, характеризуються вищим вмістом білка через генетичні особливості, спрямовані на швидке формування насіння, та коротший період вегетації, що в свою чергу обмежує накопичення олії. Винятком в цьому твердженні є сорт Сенсор, який адаптований до різних умов вирощування, підходить для посіву в Лісостепу, Поліссі та Степу. Цей сорт відзначається високою стійкістю до вилягання і посухи.

Щодо впливу способів сівби, більш ефективним для усіх сортів був двострічковий спосіб, за якого на всіх варіантах отримано вищий вміст білка. Норми висіву на вміст білка у різних сортів впливали по-різному. Так, у сорту Моцард найвищий показник 38,4 % був за норми 700 тис. шт/га; для сорту Сяйво максимальний вміст білка 39,3 % був за норми висіву насіння 600 тис. шт/га; для Сорту Сенсор – 42,9 % за норми висіву насіння 500 тис. шт/га.

Вміст олії у досліджуваних сортів залежав від усіх факторів експерименту, найменшим характеризувався ультра ранній сорт Моцард (18,6–22,3 %), а максимальним – середньостиглий сорт Сенсор (22,2–22,8 %) (табл. 2).

Отже, оптимальним вмістом олії 22,8 % характеризувався сорт Сенсор за сівби двострічковим способом нормою висіву насіння 500 тис. шт / га, а також сорт Сяйво (22,6 %) за сівби цим же способом нормою висіву насіння 700 тис. шт / га.

Маса 1000 зерен сої залежить від сорту, умов вирощування та наповненості зерна. Ранньостиглі сорти або сорти, що вирощуються в посушливих умовах, можуть мати меншу масу, тоді як у сприятливих умовах маса може бути вищою. Урожайність зерна сої значною мірою залежить від маси 1000 зерен. В наших дослідженнях ультра ранній сорт Моцард характеризувався найменшою масою 1000 зерен, порівняно з іншими досліджуваними сортами, показник у цього сорту

Таблиця 2

Вміст олії в зерні різностиглих сортів сої залежно від способу сівби та норми висіву насіння (середнє за 2023–2025 рр.), т/га

Сорт (А)	Спосіб сівби (В)	Норма висіву насіння, тис. насінин / га (С)			
		400	500	600	700
Моравія (контроль)	широкорядний (45 см)	–	21,2	–	–
Моцард	широкорядний (45 см)	18,6	18,9	20,3	22,2
	tvin row (18 × 38 см)	19,2	20,6	22,0	22,3
Сяйво	широкорядний (45 см)	21,0	21,3	21,2	21,3
	tvin row (18 × 38 см)	21,8	22,0	22,3	22,6
Сенсор	широкорядний (45 см)	22,4	22,5	22,4	22,2
	tvin row (18×38 см)	22,7	22,8	22,7	22,5

у розрізі варіантів становив 150–161 грам У середньораннього сорту Сяйво та середньостиглого Сенсор маса 1000 зерен була в межах 160–180 грам. Оптимальний показник був у сорту Сяйво за сівби способом tvin row (19 × 38 см) нормою висіву насіння 500 тис. шт / га (рис. 1).

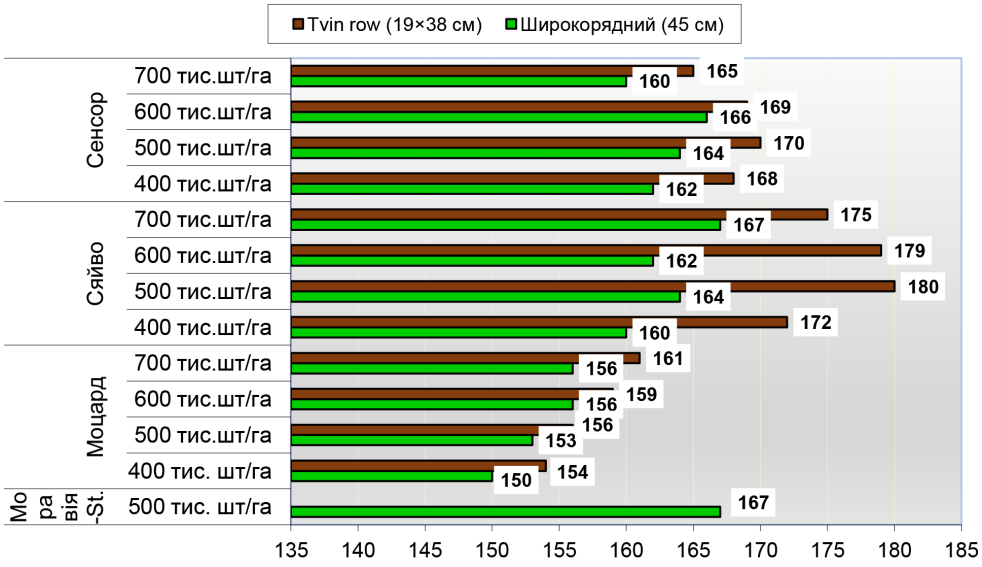


Рис. Маса 1000 зерен різностиглих сортів сої залежно від способу сівби та норми висіву насіння (середнє за 2023–2025 рр.)

Висновки. Отже, на хімічний склад (вміст білка та олії) та технологічні показники (маса 1000 зерен) різностиглих сортів сої мали вплив способи сівби та норми висіву насіння. Так, у сорту Моцард найвищий вміст білка 38,4 % був за норми висіву насіння 700 тис. шт/га; для сорту Сяйво максимальний вміст білка 39,3 % був за норми висіву насіння 600 тис. шт/га; для Сорту Сенсор – 42,9 % за норми висіву насіння 500 тис. шт/га.

Оптимальним вмістом олії 22,8 % характеризувався сорт Сенсор за сівби двострічковим способом нормою висіву насіння 500 тис. шт/га, а також сорт Сяйво (22,6 %) за сівби цим же способом нормою висіву насіння 700 тис. шт/га. Ультра ранній сорт Моцард характеризувався найменшою масою 1000 зерен (150–161 грам). У середньораннього сорту Сяйво та середньостиглого Сенсор маса 1000 зерен була в межах 160–180 грам. Оптимальний показник був у сорту Сяйво за сівби способом tvin row (19 × 38 см) нормою висіву 500 тис. шт / га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гадзало Я. М, Вожегова Р. А., Лікар Я. О. Якість сортів сої за біологізації елементів технології вирощування на зрошенні Півдня України. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 9. С. 226–234.
2. Дерев'янський В. П. Удосконалена технологія вирощування сої. *Спецвипуск ж. Пропозиція*. 2014 С. 4–7.
3. Івасик М. В. Формування біометричних показників та показників якості насіння сортів сої залежно від технологічних факторів. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С. 137–140.
4. Любич В. В., Войтовська В. І., Третьякова С. О, Климович Н. М. Технологічне оцінювання якості насіння сої залежно від сорту. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2, С. 32–37.
5. Мазур В. А., Гончарук І. В., Дідур І. М., Панцирева Г. В., Телекало Н. В., Купчук І. М. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур : монографія. Вінниця. 2021. 180 с.
6. Нікітенко О. В, Поляков О. І. Продуктивність сортів сої в беззмінних посівах в залежності від агроприйомів вирощування. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, 2014. № 20, С. 178–182.
7. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. 4-те вид., випр., допов. Львів : НФФ «Українські технології», 2014. 492 с.
8. Рябуха С. С., Чернишенко П. В., Безуглий І. М., Кобизєва Л. Н., Коломацька В. П., Голохоринська М. Г. Закономірності мінливості врожайності та якості насіння сої залежно від упливу гідротермічних чинників навколишнього середовища. *Селекція і насінництво*. 2022. Випуск 121. С. 63–75.
9. Ткачук О. П., Алєксєєв О. О. Технологічні та агроекологічні показники груп сортів сої за стиглістю. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2022. випуск 2 (48), С. 165–172.
10. Флакей В. В. Залежність показників вмісту білка, олії та врожайності сої від біологічних препаратів та систем обробітку ґрунту. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 138. С. 208–214.
11. Choi I.-Y., Hyten D. L., Matukumalli L. K. et al. A soybean transcript map: gene distribution, haplotype and SNP analysis. Genetics. 2007. Vol. 176, Iss. 1. P. 685–696.

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 631.53:633.11:632.954:631.16(477.5)
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.13

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОСТИМУЛЯТОРІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Палазюк Б. О. *– аспірант кафедри селекції, насінництва і генетики,*
Полтавський державний аграрний університет
orcid.org/0009-0006-4525-5826
Юрченко С. О. *– к.с.-г.н., доцент,*
кафедри селекції, насінництва і генетики,
Полтавський державний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-5812-3877

У статті наведено результати оцінки економічної ефективності застосування біостимуляторів на основі ґрунтових мікроорганізмів у технології вирощування пшениці озимої в умовах Лівобережного Лісостепу України. Дослідження проводили на дослідному полі Полтавського державного аграрного університету упродовж 2022–2025 рр. Метою досліджень було визначення впливу біостимуляторів різного мікробіологічного складу на показники економічної ефективності (собівартість, чистий дохід, рівень рентабельності) вирощування пшениці озимої залежно від року та сорту в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Схема досліду включала контроль (без біопрепаратів, обприскування водою) та варіанти з різним мікробіологічним складом: азотфіксуючі бактерії (Azotobacter chroococcum; консорціум A. chroococcum, A. vinelandii, Azospirillum brasilense, A. lipoferum), фосфатмобілізуючі бактерії з антагоністичною дією (Bacillus megaterium, B. Amyloliquefaciens, Trichoderma harzianum) та комплексний бактеріальний консорціум (Bacillus velezensis, B. subtilis, Priestia megaterium, Agrobacterium pusense, A. salinitolerans, Paenibacillus polymyxa). Економічну ефективність визначали за собівартістю продукції, чистим доходом і рівнем рентабельності, розрахованими на основі фактичної врожайності.

Встановлено, що економічні показники суттєво залежали від агрокліматичних умов року та цінової кон'юнктури. Серед сортів найбільш економічно ефективним був сорт Алтіго, який перевищував сорти Манжелія та Богдана за чистим доходом на 3,89–4,03 тис. грн/га і за рентабельністю на 16,4–16,7 %. Варіанти біостимуляторів на основі азотфіксуючих бактерій характеризувалися обмеженим економічним ефектом. Найвищий економічний ефект забезпечували варіанти з препаратами комплексної дії: Bacillus megaterium, B. Amyloliquefaciens, Trichoderma harzianum підвищував чистий дохід на 3 039,99 грн/га та рентабельність на 8,0 %, а комплексний біостимулятор, що включав Bacillus velezensis, B. Subtilis, Priestia megaterium, Agrobacterium spp., Paenibacillus polymyxa на 3 819,37 грн/га та 12,0 % відповідно порівняно з контролем.

Ключові слова: *пшениця озима, біостимулятори, біопрепарати, ґрунтові мікроорганізми, рентабельність, економічна ефективність, економічні показники.*

Palaziuk B. O., Yurchenko S. O. Economic Efficiency of Biostimulants in Winter Wheat Cultivation Technology in the Left-Bank Forest-Steppe Zone of Ukraine

The article presents the results of assessing the economic efficiency of applying biostimulantns based on soil microorganisms in the technology of winter wheat cultivation under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The research was conducted at the experimental field of Poltava State Agrarian University during 2022–2025. The aim of the study was to determine the effect of biostimulants with different microbiological compositions on the indicators of economic efficiency (production cost, net income, profitability level) of winter wheat cultivation

© Палазюк Б. О., Юрченко С. О., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

depending on the year and variety under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The experimental design included a control (without biopreparations, water spraying) and variants with different microbiological compositions: nitrogen-fixing bacteria (Azotobacter chroococcum; a consortium of A. chroococcum, A. vinelandii, Azospirillum brasilense, A. lipoferum), phosphate-mobilizing bacteria with antagonistic activity (Bacillus megaterium, B. amyloliquefaciens, Trichoderma harzianum), and a комплексний bacterial consortium (Bacillus velezensis, B. subtilis, Priestia megaterium, Agrobacterium pusense, A. salinitolerans, Paenibacillus polymyxa). Economic efficiency was determined based on production cost, net income, and profitability level calculated from actual yield data. It was established that economic indicators significantly depended on the agroclimatic conditions of the year and price market conditions. Among the varieties, the most economically efficient was the variety Altigo, which exceeded the varieties Manzhelia and Bohdana in net income by 3,89–4,03 thousand UAH/ha and in profitability by 16,4–16,7 %. Biostimulant variants based on nitrogen-fixing bacteria were characterized by a limited economic effect. The highest economic effect was provided by комплексний-acting preparations: Bacillus megaterium, B. amyloliquefaciens, Trichoderma harzianum increased net income by 3 039,99 uah/ha and profitability by 8,0 %, while the комплексний biostimulant including Bacillus velezensis, B. subtilis, Priestia megaterium, Agrobacterium spp., Paenibacillus polymyxa increased these indicators by 3 819,37 UAH/ha and 12,0 %, respectively, compared to the control.

Key words: *winter wheat, biostimulants, biopreparations, soil microorganisms, profitability, economic efficiency, economic indicators.*

Актуальність теми дослідження. Використання біостимуляторів у технології вирощування пшениці озимої привертають значну увагу наукової спільноти та виробництва, через здатність підвищувати продуктивність рослин. Дослідники відзначають, що біостимулятори здатні покращувати здатність поглинання поживних речовин, стимулювати утворення біомаси, підвищувати стійкість до абіотичних стресів і відповідно позитивно впливати на урожайність. [1–3.]. Один із значних переваг таких препаратів, є здатність збільшувати прибутковість виробництва, за рахунок зменшення використання мінеральних добрив, через здатність біостимуляторів підвищувати ефективність засвоєння елементів живлення [4, 6 5, с. 302,]. У низці досліджень розглядається, що такі препарати є сталою альтернативою традиційним методам та дозволяють забезпечити високу економічну та екологічну цінність [7, 8].

Постановка проблеми. Попри зростаючий інтерес, зауважують Corsi S. та інш., економічна оцінка дії біостимуляторів на культури досліджена недостатньо [9]. Водночас серед вітчизняних та зарубіжних джерел наявні публікації, що висвітлюють аналіз впливу таких препаратів на урожайність та фінансові показники вирощування пшениці озимої.

За результатами Вінюкова О. та інш., у зоні Степу України обробка насіння пшениці біостимуляторами дозволила отримати найвищу рентабельність на рівні 66,7 %. А на суто органічному фоні вирощування, їх застосування формувало 31,1 % рентабельності виробництва [10, с. 65]. У дослідженнях Вожегова Р. А. і Кривенко А. І. наводяться результати, що застосування «Гуматал нано» в умовах середнього рівня удобрення ($N_{32}P_{32}K_{32}$) забезпечувало 17,5 тис.грн/га прибутку та рівень рентабельності сягав 184,1 % [11, с. 43].

Короткова І. В. та Карасенко В. М. демонструють, що застосування біостимуляторів на фоні азотних добрив підвищує урожайність на 10–21 % та забезпечення прибутку 20 145 грн/га, а рентабельність –142 % [12, с. 20]. Шувар А. та інш. у технології із застосуванням елементів біологізації зазначають рівень рентабельності 115–135 % [13, с. 151]. Маренич М. М., зазначає, що у його дослідженнях внесення препаратів на основі гумінових речовин дозволило отримати рівень рентабельності 76,1 %, а чистий дохід зріс на 3 046 грн. [14, с. 31]

Заєць С. О. та Онуфран Л. І. встановили, що застосування біостимулятору «Біогель» дозволяє збільшити прибуток на 6 263 грн/га, а рентабельність на 27 %, знижуючи собівартість на 470 грн/т [15, с. 101–102]. Застосування біостимулятора на основі *Ascophyllum nodosum* дозволило збільшити чистий дохід на 79–100 євро/га [16]. А за свідченнями Rukaitė J. та інш. біостимулятори на основі мікроорганізмів дозволили збільшити дохідність вирощування на 143 євро/га [17].

Загалом, біостимулятори забезпечують приріст урожайності на рівень до 10–20 % і відповідно підвищують рентабельність вирощування, бо між урожайністю та економічними показниками існує сильний кореляційний зв'язок [18, с. 96]. Найкращі результати досягаються у поєднанні з мінеральними добривами. Однак їх ефективність залежить від агроекологічних умов, якості препарату та проведення операції.

Методи досліджень. Оприлюднені у статті дані оцінки економічної ефективності, побудована на основі результатів досліду, що проводилися на дослідному полі Полтавського державного аграрного університету впродовж 2022–2025 рр. Дослідне господарство розташоване у Лівобережному Лісостепу України та характеризується помірно-континентальним кліматом із проявами нестійкого зволоження.

Ґрунт на яких проводилис дослідження це чорнозем опідзолений із вмістом гумусу 3,8–4,0 %. Показники елементів орного шару: легкогідролізований азот 119,1–127,1 мг/кг (за Тюріним і Кононовою), рухомий фосфор 100,0–131,0 мг/кг (за Чириковим), обмінний калій 171,0–200,0 мг/кг (за Масловою). Щільність ґрунту коливалася в межах 1,05–1,17 г/см^3.

Дослід закладено у чотирикратній повторності, розміщення ділянок методом неповної рандомізації. Площа дослідної ділянки 13 м^2, а облікової 10 м^2.

Дослід мав наступні варіанти: 1 – контроль (без біопрепаратів, обприскування водою); 2 – (*Azotobacter chroococcum* (1,0 × 10^9 КУО/см^3); 3 – (*A. chroococcum, A. vinelandii, Azospirillum brasilense, A. lipoferum*; 1,0 × 10^9 КУО/мл); 4 – *Bacillus megaterium, B. Amyloliquefaciens, Trichoderma harzianum* (1,0 × 10^9 КУО/мл); 5 – (*Bacillus velezensis, B. subtilis, Priestia megaterium, Agrobacterium pusense, A. salinitolerans, Paenibacillus polymyxa*).

Збирання врожаю прямим комбайнуванням комбайном Sampo-130 у фазі повної стиглості за вологості зерна 13,9–14,0 %.

Економічну ефективність оцінювали за показниками собівартості, прибутку та рівня рентабельності на основі фактичної урожайності. Витрати визначали методом поелементного нормування згідно з чинними методичними рекомендаціями, використовуючи середньоринкові ціни на ресурси та реалізаційну вартість зерна (довідники, онлайн-джерела, уточнення в локальних господарствах) [19, 20].

Обробку експериментальних даних проводили з використанням пакетів програм Statistica 12.0 та MS Excel.

Результати досліджень. Розрахунки економічної ефективності свідчать, що застосування біостимуляторів на основі мікроорганізмів у технології вирощування пшениці озимої, залежать від агрокліматичних умов року, сортових особливостей та складу біостимуляторів.

Середній чистий дохід за роками змінювався залежно від року вирощування (рис. 1). Найнижчий рівень показників чистого прибутку та рентабельності був зафіксований у 2023 році, за середньою ціною зерна 5 700 грн/т. У 2024 році чистий дохід був вищим, у зв'язку зі зниженням собівартості вирощування на 3 431,18 грн/га, та збільшення ціни зерна пшениці, яка мала в середньому

7 900 грн/т. Найвищий рівень чистого прибутку спостерігався у 2025 році, за рахунок високої ціни реалізації 8 700 грн/т.

Таким чином, умови року залишаються провідним фактором економічної ефективності, оскільки саме вони визначають реалізацію потенціалу урожайності, та визначають коливання світових та внутрішніх закупівельних цін на зерно.

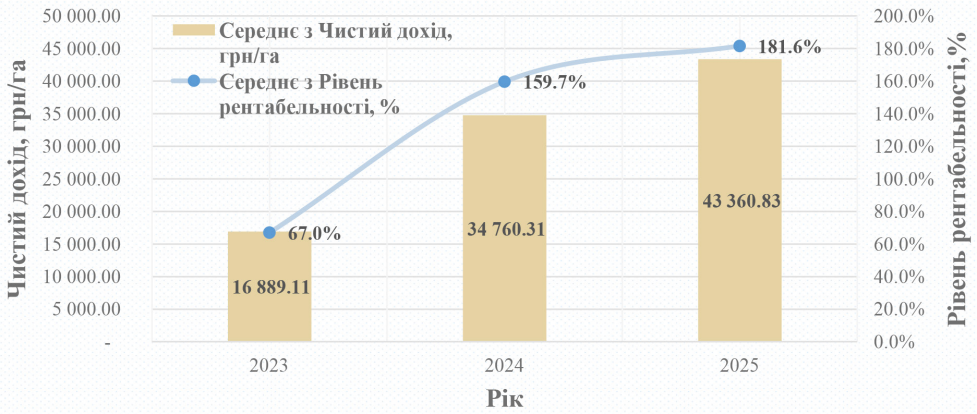


Рис. 1. Динаміка економічних показників за роками. 2023–2025 р.

Економічна ефективність суттєво відрізнялася по сортах (рис. 2). За середніми значеннями чистого доходу й рентабельності сорт Алтіго мав виражену перевагу над сортами Манжелія та Богдана: приріст чистого доходу становив 3,89–4,03 тис.грн/га, а рівень рентабельності був вищим на 16,4–16,7 %. Економічна перевага сорту Алтіго пояснюється вищою середньою урожайністю по роках, на 0,53–0,56 т/га ніж у сортів Богдана та Манжелія.

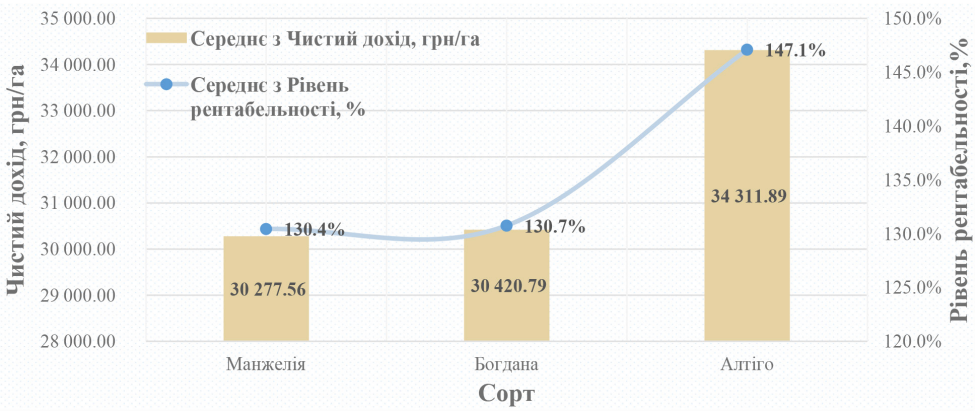


Рис. 2. Сортові відмінності середніх економічних показників вирощування. 2023–2025 р.

Застосування біопрепаратів сприяло підвищенню чистого доходу та рентабельності у порівнянні з контрольним варіантом, але показники змінювались в залежності від складу біостимулятора (рис. 3).

Найменший економічний ефект спостерігався у варіантах 2–3, де застосовувались біостимулятори із азотфіксуючою дією. Так Варіант 2 забезпечив зростання

чистого доходу в середньому на 1 499,07 грн/га при підвищенні рентабельності на 1,8 % порівняно з контролем. Варіант 3 продемонстрував нижчі результати серед всіх варіантів, приріст чистого доходу склав 1 310,21 грн/га, а рентабельність на 1,0 %. Таким, чином застосування препаратів на основі азотфіксуючих бактерій в умовах досліду мало обмежений економічний ефект, що може бути пов'язано із умовами року та забезпечення елементами живлення.

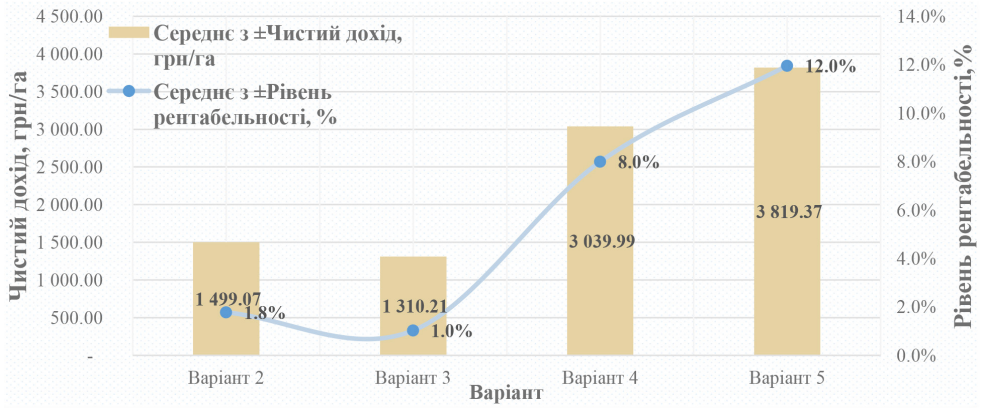


Рис. 3. Порівняльна економічна ефективність варіантів застосування біопрепаратів. 2023–2025 р.

Застосування біостимулятору на основі *Bacillus megaterium, B. Amyloliquefaciens, Trichoderma harzianum* у варіанті 4 дозволило отримати підвищення чистого прибутку на 3 039,99 грн/га та рентабельності на 8,0 %.

Найвищу економічну ефективність отримано у варіанті 5, де застосовували біостимулятор на основі консорціумі мікроорганізмів (*Bacillus velezensis, B. subtilis, Priestia megaterium, Agrobacterium pusense, A. salinitolerans, Paenibacillus polymyxa*). У середньому чистий дохід збільшувався на 3 819,37 грн/га, а рівень рентабельності 12 % порівняно з контролем. Вища економічна ефективність досягалася за рахунок формування найвищого рівня урожайності у варіанті 5 серед всіх варіантів. Ймовірно, що позитивний вплив біостимулятора пояснюється синергізмом бактерій, які активізують мобілізацію елементів живлення та підвищують ефективність їх засвоєння рослиною (табл. 1).

Таким чином, в умовах досліду найбільш економічно доцільним виявилися варіанти із застосуванням препаратів комплексної дії (варіанти 4–5), тоді як застосування біостимуляторів, що містили азотфіксуючі бактерії (варіанти 2–3) проявляли нижчу економічну ефективність.

Висновок. Застосування біопрепаратів на основі ґрунтових мікроорганізмів у технології вирощування пшениці озимої підвищувало економічну ефективність порівняно з контролем, що проявлялося у зростанні чистого доходу та рівня рентабельності. Максимальний економічний ефект отримано при використанні комплексного консорціуму (*Bacillus velezensis, B. subtilis, Priestia megaterium, Agrobacterium pusense, A. salinitolerans, Paenibacillus polymyxa*) 3 819,37 грн/га та 12,0 %. відповідно. Серед сортів кращі економічні показники формував сорт Алтіго, який перевищував Манжелію та Богдану за чистим доходом на на 3,89–4,03 тис. грн/га та за рентабельністю на 16,4–16,7 %. Загалом найбільш доцільним є застосування

Таблиця 1

Економічна ефективність вирощування пшениці озимої залежно від сорту та варіанта застосування біопрепаратів (середнє за 2023–2025 рр.)

Сорт	Варіант	Урожайність, т/га	Чистий дохід, грн/га	±Чистий дохід, грн/га	Рівень рентабельності, %	±Рівень рентабельності, %
Манжелія	Варіант 1	7,07	28 443,77		126 %	
	Варіант 2	7,37	29 825,33	1381,56	128 %	1,5 %
	Варіант 3	7,35	29 656,08	1212,30	127 %	0,8 %
	Варіант 4	7,59	31 366,07	2922,30	134 %	7,7 %
	Варіант 5	7,68	32 096,56	3652,79	138 %	11,5 %
	Середнє:	**7,41**	**30 277,56**	**2292,24**	**130 %**	**5,4 %**
Богдана	Варіант 1	7,10	28 622,92		127 %	
	Варіант 2	7,40	29 986,59	1363,67	128 %	1,4 %
	Варіант 3	7,37	29 816,92	1194,00	127 %	0,7 %
	Варіант 4	7,61	31 455,92	2833,00	134 %	7,3 %
	Варіант 5	7,70	32 221,59	3598,67	138 %	11,2 %
	Середнє:	**7,44**	**30 420,79**	**2247,33**	**131 %**	**5,1 %**
Алтіго	Варіант 1	7,58	32 142,36		142 %	
	Варіант 2	7,94	33 894,36	1752,00	144 %	2,5 %
	Варіант 3	7,90	33 666,69	1524,33	143 %	1,6 %
	Варіант 4	8,17	35 507,02	3364,67	151 %	9,0 %
	Варіант 5	8,27	36 349,02	4206,67	155 %	13,3 %
	Середнє:	**7,97**	**34 311,89**	**2711,92**	**147 %**	**6,6 %**

препаратів із поліфункціональною дією (фосформобілізуючі бактерії та комплексні консорціуми бактерій), тоді як використання біостимуляторів на основі азотфіксуючих бактерій забезпечувало обмежений економічний ефект.

Перспективами подальших досліджень є оптимізація застосування препаратів на основі фосформобілізуючих мікроорганізмів та комплексних консорціумів, зокрема у системах із частковою заміною мінеральних добрив. Дослідження впливу норм і строків внесення на показники ґрунтової біологічної активності та доступність N і P у ризосфері.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Carillo, P., Avice, J. C., Vasconcelos, M. W., Du Jardin, P., Brown, P. H. Biostimulants in Agriculture. Physiologia Plantarum. 2025. Vol. 177, No. 1. DOI: https://doi.org/10.1111/ppl.70046

2. Naujokienė, V., Lekavičienė, K., Šarauskis, E., Bendoraitytė, A. Using a Soil Bioregeneration Approach to Reduce Soil Compaction and Financial Costs of Planting Winter Wheat and Rapeseed. Agriculture. 2022. Vol. 12, No. 5. Article 666. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture12050666

3. Каленська, С. М., Шутий, О. І., Антал, Т. В., Сонько, Р. В., Каленський, В. П. Ефективність передпосівної обробки насіння пшениці біостимулятором. Новітні агротехнології. 2025. Т. 13, № 2. DOI: https://doi.org/10.47414/na.13.2.2025.342835

4. Gupta, S., Bhattacharyya, P., Kulkarni, M. G., Doležal, K. Growth regulators and biostimulants: upcoming opportunities. Frontiers in Plant Science. 2023. Vol. 14. Article 1209499. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1209499

5. Nikorych, V. A. The role of biopreparations in compensating for vegetation deficit and the economic efficiency of late sowing of winter wheat. Biolohichni systemy. 2025. Vol. 17, No. 2. P. 302. DOI: https://doi.org/10.31861/biosystems2025.02.302

6. Saudy, H. S., Hamed, M. F., Abd El-Momen, W. R., Hussein, H. Nitrogen use rationalization and boosting wheat productivity by applying packages of humic, amino acids, and microorganisms. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 2020. Vol. 51, No. 8. P. 1036–1047. DOI: https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1744631

7. Nephali, L., Piater, L. A., Dubery, I. A., Patterson, V., Huyser, J., Burgess, K., Tugizimana, F. Biostimulants for plant growth and mitigation of abiotic stresses: a metabolomics perspective. Metabolites. 2020. Vol. 10, No. 12. Article 505. DOI: https://doi.org/10.3390/metabo10120505

8. Ruzzi, M., Colla, G., Rouphael, Y. Biostimulants in agriculture II: towards a sustainable future. Frontiers in Plant Science. 2024. Vol. 15. Article 1427283. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1427283

9. Corsi, S., Ruggeri, G., Zamboni, A., Bhakti, P., Espen, L., Ferrante, A., Noseda, M., Varanini, Z., Scarafoni, A. A bibliometric analysis of the scientific literature on biostimulants. Agronomy. 2022. Vol. 12, No. 6. Article 1257. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy12061257

10. Вінюков, О., Балян, А. В., Ліхушина, Г., Бондарева, О., Скнипа, Н. Л. Економічна ефективність використання регуляторів росту при вирощуванні зернових культур на різних фонах живлення в посушливих умовах східної частини Північного Степу України. Вісник аграрної науки. 2024. Т. 102, № 5. С. 61–69. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202405-07

11. Vozhegova, R., Kryvenko, A. The impact of biological products on winter wheat productivity and economic and energy efficiency of the technology of its cultivation in conditions of the Southern Ukraine. Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science. 2019. Vol. 101, No. 1. P. 39–46. DOI: https://doi.org/10.31521/2313-092x/2019-1(101)-6

12. Короткова, І. В., Карасенко, В. М. Вплив систем удобрення з гуміновим препаратом на врожайність та прибутковість вирощування пшениці озимої. Scientific Progress & Innovations. 2023. Т. 26, № 3. С. 17–21. DOI: https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.03

13. Шувар, А. М., Беген, Л. Л., Дорота, Г. М., Тимків, М. Ю. Застосування біологічних препаратів в органічній технології вирощування пшениці озимої. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 67, № 1. С. 143–155. DOI: https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-10

14. Маренич, М. М. Ефективність методів використання гумінових стимуляторів у технології вирощування озимої пшениці. Науковий прогрес та інновації. 2019. № 3. С. 26–34. DOI: https://doi.org/10.31210i/visnyk2019.03.03

15. Заєць, С. О., Онуфран, Л. І. Формування продуктивності пшениці м'якої озимої (Triticum aestivum L.) залежно від мікродобрив та регулятора росту в умовах зрошення півдня України. У кн.: New impulses for the development of natural sciences in Ukraine and EU countries : collective monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2021. С. 84–105. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-141-1-4

16. Stamatiadis, S., Evangelou, E., Jamois, F. et al. Targeting Ascophyllum nodosum (L.) Le Jol. extract application at five growth stages of winter wheat. Journal of Applied Phycology. 2021. Vol. 33. P. 1873–1882. DOI: https://doi.org/10.1007/s10811-021-02417-z

17. Rukaitė, J., Juknevičius, D., Kriaučiūnienė, Z., Šarauskis, E. Determination of soil organic carbon by conventional and spectral methods, including assessment of the use of biostimulants, N-fertilisers, and economic benefits. Journal of Agriculture and Food Research. 2024. Vol. 18. Article 101434. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101434

18. Маренич, М., Дяжук, Р. Економічна ефективність вирощування органічної пшениці в умовах недостатнього зволоження Степу України. Науковий прогрес та інновації. 2022. Т. 2, № 2. С. 92–99. DOI: https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.10

19. Пивовар, В. С., Кукса, Л. В., Кисляченко, М. Ф. та ін. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на сівбі, садінні та догляді за посівами. Київ : Украгропромпродуктивність, 2010. 192 с.

20. Науково-практичний довідник по обґрунтуванню поелементних нормативів трудових, грошово-матеріальних та енергетичних витрат на виробництво зернових культур / за ред. А. В. Черенкова, В. С. Рибки. Дніпро : ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України, 2014. 180 с.

Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 635.13:631.466:631.559
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.14

ОЦІНКА ВПЛИВУ КОРЕЛЯЦІЙНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ МІЖ ПРОДУКТИВНІСТЮ МОРКВИ ТА КОМПЛЕКСОМ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ ОЗНАК

Паламарчук В. Д. *– д.с-г. н.,*
доцент кафедри рослинництва та садівництва,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-4906-3761
Нахтман Є. В. *– аспірант кафедри рослинництва та садівництва,*
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-7305-9594

Серед представників родини Селерових (Apiaceae) особливе місце займає столова морква, дворічна коренеплідна культура, що належить до важливих овочевих рослин України. У статті наведені результати вивчення продуктивності асортименту сортів та гібридів моркви столової середньостиглої групи стиглості на основі встановлення кореляційної залежності між урожайністю та комплексом господарсько-цінних ознак.

Дослідження виконувались в умовах дослідного поля кафедри рослинництва та садівництва Вінницького національного аграрного університету на базі виробничих потужностей передового овочевого господарства Вінниччини ТОВ «Органік-Д» в загальному посіві моркви столової впродовж 2023–2025 рр. Для дослідження використовувались такі сорти та гібриди моркви: Болівар F_1, Канада F_1, Олімпо F_1 та Харізма F_1, Кампіно, Карлена, Шантане, Яскрава. Переважаючим типом ґрунту дослідної ділянки був сірий лісовий ґрунт із типовими для даного типу ґрунту агрохімічними показниками – pH – 5,8, вміст гумусу – 2,4 %, забезпеченість рухомими формами фосфору (P_2O_5) – 21,2 мг/100 г, калію (K_2O) – 9,2 мг/100 г ґрунту.

Встановлено, що урожайність товарних коренеплодів моркви має тісні кореляційні зв'язки із масою коренеплоду (r = 0,858), кількістю листків на рослині (r = 0,875), загальною масою листя та коренеплодів (r = 0,855) і масою листя (r = 0,648), середні – із діаметром коренеплодів (r = 0,468), висотою надземної частини рослин (r = 0,403) та масовою часткою вологи (r = 0,498), і слабкі негативні кореляції з масовою часткою сирої клітковини (r = –0,373), сирого протеїну (r = –0,290) та цукрів (r = –0,233).

Наявність прямої кореляційної залежності між загальною урожайністю коренеплодів моркви та масою самого коренеплоду описується рівнянням регресії y = 3,8193x – 59,167. Значення коефіцієнта регресії становить 3,8193, а коефіцієнт детермінації дорівнює 0,815. Тому за збільшення маси одного коренеплоду на 1 г загальна урожайність коренеплодів моркви зростає в середньому на 3,8193 т/га.

Врахування цих морфобіометричних характеристик є доцільним під час відбору сортів і гібридів моркви, що дозволяє підвищити продуктивність коренеплодів при збереженні оптимальних смакових властивостей культури.

Ключові слова: *коренеплоди, морква, кореляція, залежність, сорти та гібриди, продуктивність, маса коренеплоду, діаметр коренеплоду, висота надземної частини, хімічний склад коренеплоду.*

Palamarchuk V. D., Nakhtman E. V. Assessment of the influence of correlative relationships between carrot yield and a complex of economically valuable traits

Among representatives of the Apiaceae family, the table carrot occupies a special place. This biennial root crop is one of the important vegetable plants in Ukraine. The article presents the results of a study on the productivity of a range of medium-maturing carrot varieties and hybrids, based on the analysis of the correlation between yield and a complex of economically valuable traits.

© Паламарчук В. Д., Нахтман Є. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

The research was conducted under field conditions at the Department of Crop Production and Horticulture of Vinnytsia National Agrarian University, utilizing the production facilities of the leading vegetable enterprise in Vinnytsia region, LLC "Organic-D," in a general sowing of table carrots during 2023–2025. The study included the following carrot varieties and hybrids: Bolivar F1, Canada F1, Olimpo F1, Charisma F1, Kampino, Karlena, Chantane, and Yaskrava. The predominant soil type of the experimental plot was gray forest soil, characterized by typical agrochemical parameters for this soil type: pH 5.8, humus content 2.4 %, available phosphorus (P_2O_5) *21.2 mg/100 g, and potassium* (K_2O) *9.2 mg/100 g of soil.*

It was established that the yield of marketable carrot roots exhibits strong correlation with root weight (r = 0.858), number of leaves per plant (r = 0.875), total mass of leaves and roots (r = 0.855), and leaf weight (r = 0.648); moderate correlation with root diameter (r = 0.468), plant shoot height (r = 0.403), and moisture content (r = 0.498); and weak negative correlations with crude fiber content (r = –0.373), crude protein (r = –0.290), and sugar content (r = –0.233).

The presence of a direct correlation between the total yield of carrot roots and the weight of individual roots is described by the regression equation y = 3.8193x – 59.167y = = 3.8193x – 59.167y = 3.8193x – 59.167. The regression coefficient is 3.8193, and the coefficient of determination (R^2) *is 0.815. Therefore, an increase of 1 g in the weight of a single root corresponds, on average, to an increase of 3.8193 t/ha in the total yield of carrot roots.*

Considering these morphobiometric characteristics is advisable during the selection of carrot varieties and hybrids, as it allows for increasing root productivity while maintaining the crop's optimal taste qualities.

Key words: *roots, carrot, correlation, relationship, varieties and hybrids, productivity, root weight, root diameter, shoot height, chemical composition of roots.*

Постановка проблеми. Морква столова має пріоритетне значення для України як овочева коренеплідна культура із групи «борщового набору». Значення цієї культури обумовлюється значною вагою у раціоні харчування людини та щоденним її споживанням. Враховуючи постійний зростаючий попит на моркву важливого значення набуває можливість зростання урожайності товарних коренеплодів, що можна досягти вдосконаленням технології вирощування, зокрема вибором сучасних сортів та гібридів. Проведенням кореляційного налізу між урожайністю та комплексом господарсько цінних ознак моркви столової дозволяє виявити ознаки які визначають формування продуктивності. Наявність лише кореляційного зв'язку зазвичай недостатньо для висновку про причинно-наслідкову залежність, що часто формулюють як «кореляція не передбачає причинності».

В зв'язку із цим використання кореляційного аналізу для оцінки результатів проведених досліджень має важливе значення, хоча і носить допоміжний характер до інших методів обробки отриманих даних польових досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Морква, на разі, є основною коренеплідною овочевою культурою, як України так і є Європейського континенту в цілому. Вона має дворічний цикл розвитку, в перший рік формуючи розетку листків та коренеплід, а в другий рік квітконосні стебла, суцвіття, плоди та насіння [1–3].

Коренеплоди моркви входять у групу так званого «борщового набору», а зважаючи на те що в умовах глобальних змін клімату та істотної світової продовольчої кризи, попит на овочеві культури борщового набору, в тому числі і моркву, залишається стабільно високим [4].

Відповідно до офіційної інформації Міністерства аграрної політики України, наша держава входить до п'ятірки провідних країн світу за обсягами виробництва столової моркви. Поряд з Україною, значними виробниками цієї культури на глобальному рівні є Китай, Велика Британія, Сполучені Штати Америки, Узбекистан та Індія [5–6]. Лідируючі позиції у світі за посівними площами та обсягами валового виробництва моркви належать Китаю [7].

Щороку в Україні під посіви моркви відводять орієнтовно 8–15 % від загальної площі овочевих культур, що в абсолютних показниках становить близько 43–46 тис. га [4, 8–10]. Упродовж останніх років географічне розміщення виробництва моркви зазнало істотних трансформацій. Так, до 2022 року, тобто до початку повномасштабної агресії російської федерації проти України, близько 57 % валових зборів цієї культури припадало на південні та східні області (Херсонську, Миколаївську, Запорізьку). Натомість уже у 2024 році основна частка виробництва – приблизно 65 % – була зосереджена в центральних і західних регіонах країни [11, 12].

Важливе значення у реалізації генетичного потенціалу продуктивності моркви має ефективне впровадження у виробництво інноваційних елементів технології вирощування, після проведення польових досліджень [11, 13]. Вагомим інструментом інтерпретації результатів польових експериментів є кореляційний аналіз. Його сутність полягає у виявленні та кількісному вимірюванні взаємозалежностей між випадковими змінними, за яких закономірні коливання одних показників спричиняють відповідні зміни середніх значень інших, пов'язаних із ними характеристик. З огляду на це, кореляційний аналіз застосовують для формалізованого опису взаємодії між окремими елементами системи або процесами, що відбуваються в її межах [14, 15].

Суть кореляційного аналізу полягає у дослідженні та зіставленні коефіцієнтів кореляції між однією чи кількома парами змінних з метою встановлення наявності й характеру кореляційних залежностей між ними. У межах цього підходу здійснюють порівняння як окремих, так і множинних пар показників для виявлення статистично обґрунтованих взаємозв'язків [16–18].

Практична цінність кореляцій полягає в їх здатності відображати взаємозв'язки, що можуть мати прогностичний характер, а відтак бути придатними для використання в прикладних цілях [19–20]. Кореляційний зв'язок не свідчить про жорстко визначену залежність між двома показниками, а лише відображає ступінь зміни однієї змінної у відповідь на варіації іншої [19].

У ряді випадків, навіть коли достовірно встановлено існування взаємозв'язку, кореляційний аналіз може не виявити його через нелінійний характер залежності. Виявлення кореляційної взаємозалежності не дозволяє визначити, яка змінна передує або є причиною змін іншої, а також не підтверджує наявність причинного зв'язку між змінними [16, 21].

Для кількісної характеристики сили взаємозв'язку застосовують різні кореляційні коефіцієнти, значення яких можуть варіюватися в межах від –1 до +1 або від 0 до 1. Коефіцієнти, абсолютне значення яких близьке до одиниці, свідчать про тісний зв'язок між змінними, тоді як значення, що наближаються до нуля, вказують на слабкий або відсутній зв'язок, або на відсутність залежності того типу (зазвичай лінійної), для якого обчислено даний коефіцієнт. Знак коефіцієнта визначає напрям взаємодії змінних: додатний вказує на прямий зв'язок, від'ємний – на обернений [15].

Постановка завдання. Метою досліджень було здійснення оцінки та аналізу отриманих результатів польових досліджень за рахунок використання кореляційного аналізу для встановлення залежностей між продуктивністю коренеплодів моркви та комплексом господарсько-цінних ознак у досліджуваних сортів та гібридів в умовах Лісостепу правобережної України.

Матеріал і методика досліджень. Дослідження залежності продуктивності коренеплодів моркви різних сортів та гібридів в умовах Лісостепу правобережного

здійснювали впродовж 2023–2025 рр., на дослідному полі кафедри рослинництва та садівництва Вінницького національного аграрного університету, в загальному посіві моркви на потужностях ТОВ «Органік-Д.

Ґрунт дослідного поля сірий лісовий легко та середньо-суглинкового механічного складу із типовими агрохімічними показниками для даного типу ґрунту. Реакція ґрунтового розчину даного типу ґрунту була слабо кислою pH – 5,8, вміст гумусу – 2,4 %, забезпеченість рухомими формами фосфору (P_2O_5) – 21,2 мг/100 г, калію (K_2O) – 9,2 мг/100 г грунту.

Агрометеорологічні умови протягом 2023–2025 років загалом відповідали біологічним потребам рослин моркви, що сприяло формуванню високої продуктивності її коренеплодів. Водночас річна мінливість погодних факторів створила умови для комплексної оцінки впливу досліджуваних чинників на урожайність та якість отриманої овочевої продукції.

Загальна площа дослідної ділянки становила 0,45 га, при цьому облікова площа складала 25 м^2. Варіанти досліду розташовувалися випадковим порядком у трьох повторностях згідно з прийнятими в наукових дослідженнях методичними підходами [22, 23].

У дослідженнях використовувався однофакторний польовий дослід із використанням середньостиглих сортів та гібридів моркви рекомендованих та внесених до реєстру для вирощування в умовах Лісостепу України, таких як Болівар F_1, Канада F_1, Олімпо F_1 та Харізма F_1 – гібриди моркви столової, Кампіно, Карлена, Шантане, Яскрава – сорти моркви столової. Контролем у досліді для гібридів моркви виступав Болівар F_1, а для сортів – Карлена.

Врожай збирали з розподілом коренеплодів на дві фракційні групи товарні та нетоварні категорії. Урожайність кожного варіанту визначали у тоннах на гектар на стадії технічної стиглості згідно з вимогами чинного стандарту [22]. Зважування продукції виконували окремо для кожного варіанту досліду з урахуванням повторностей. На основі отриманих даних розраховували середню масу коренеплодів та визначали загальну врожайність кожного варіанту у тоннах на гектар. Облік врожаю проводили у фазі технічної стиглості коренеплодів відповідно до чинного стандарту [24, 25].

Товарність моркви (%) визначали відповідно до чинного стандарту як відношення маси товарних коренеплодів до загальної маси врожаю, що включає також нестандартні плоди, виражене у відсотках [25].

Математичну обробку отриманих даних про врожайність проводили за допомогою дисперсійного та кореляційно-регресійного методів відповідно до методики В. О. Єщенка [23] з використанням прикладних програмних пакетів «Microsoft Excel» і «Statistica 10.0».

Виклад основного матеріалу. Кінцевим показником вирощування будь-якої культури, в тому числі і моркви є її продуктивність. На основі продуктивності можна встановити вплив досліджуваних чинників на реалізації генетичного потенціалу конкретного сорту або гібриду. При цьому важливо враховувати і комплекс господарсько-цінних ознак, які впливають на формування самої продуктивності коренеплодів у моркви.

Тобто знаючи залежність між продуктивністю моркви та конкретними ознаками можна покращуючи їх прояв забезпечувати зростання урожайності культури. В таблиці 1 наведено характеристику продуктивності коренеплодів моркви та кореляційні взаємозв’язки з комплексом господарсько-цінних ознак.

Таблиця 1

Взаємозв'язок урожайності товарних коренеплодів моркви з комплексом господарсько-цінних ознак, (середнє за 2023–2025 рр.)

Показники	Коефіцієнт кореляції, ±*S*
Маса коренеплоду, г	0,858* ± 0,110
Діаметр коренеплоду, см	0,468 ± 0,188
Висота надземної частини рослин, см	0,403 ± 0,195
Маса листя моркви, г	0,648* ± 0,162
Кількість листків на одній рослині, шт.	0,875* ± 0,103
Загальна маса листя та коренеплодів, г	0,855* ± 0,111
Масова частка вологи, %	0,498 ± 0,185
Масова частка сирої клітковини (у перерахунку на абсолютно суху речовину), %	–0,373 ± 0,198
Масова частка сирого протеїну, %	–0,290 ± 0,204
Масова частка цукрів (у перерахунку на натуральну суху речовину), %	–0,233 ± 0,207

Примітка: * – достовірно на 99 % рівні ймовірності, $n = 7$ для досліду.

Урожайність товарних коренеплодів моркви виявилася тісно пов'язаною з низкою морфобіометричних показників: спостерігалася сильна позитивна кореляція з масою коренеплоду ($r = 0,858$), кількістю листків на рослині ($r = 0,875$), загальною масою листя та коренеплодів ($r = 0,855$) і масою листя ($r = 0,648$). Отже, врахування цих морфобіометричних характеристик є доцільним під час відбору сортів і гібридів моркви, що дозволяє підвищити продуктивність коренеплодів при збереженні оптимальних смакових властивостей культури.

Було виявлено середні позитивні кореляційні зв'язки між урожайністю товарних коренеплодів моркви та діаметром коренеплодів ($r = 0,468$), висотою

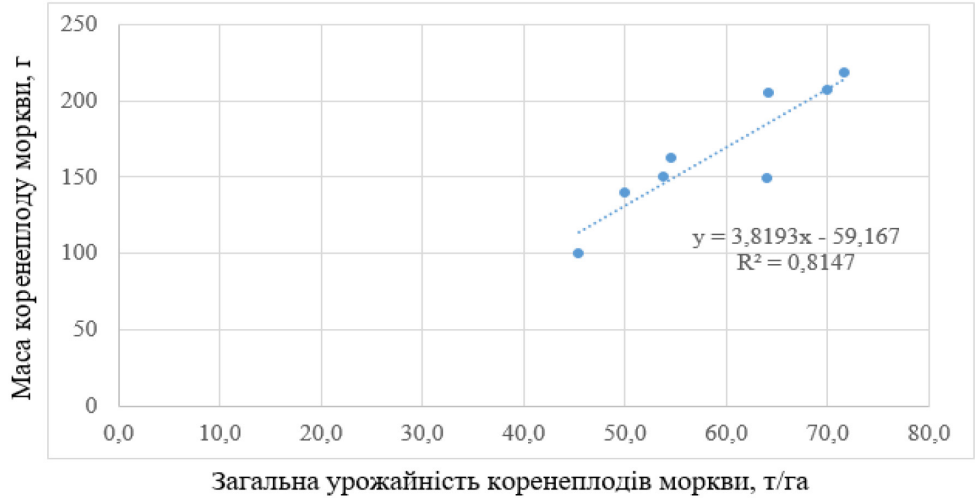


Рис. 1. Взаємозв'язок між масою та загальною урожайністю коренеплодів у досліджуваних сортів і гібридів моркви, середнє за 2023–2025 рр.

надземної частини рослин (r = 0,403) та масовою часткою вологи (r = 0,498). Одночасно встановлено слабкі негативні кореляції з масовою часткою сирої клітковини (r = –0,373), сирого протеїну (r = –0,290) та цукрів (r = –0,233).

Нами було побудовано графічну залежність між масою коренеплоду та загальною урожайністю досліджуваних сортів і гібридів моркви (рис. 1).

Дані рисунка 1 вказують на наявність прямої кореляційної залежності між зазначеними ознаками, що описується рівнянням регресії $y = 3{,}8193x - 59{,}167$. Значення коефіцієнта регресії становить 3,8193, а коефіцієнт детермінації дорівнює 0,815. Це свідчить про те, що при збільшенні маси одного коренеплоду на 1 г загальна урожайність коренеплодів моркви зростає в середньому на 3,8193 т/га.

Висновки. Правильний вибір сортів та гібридів моркви має вагомий вплив на формування продуктивності коренеплодів. Коефіцієнти кореляції свідчать, про те що на урожайність товарної продукції коренеплодів моркви істотний високий вплив має маса коренеплоду (r = 0,858), кількість листків на рослині (r = 0,875), загальна маса листя та коренеплодів (r = 0,855) і маса листя (r = 0,648), середній вплив – діаметр коренеплодів (r = 0,468), висота надземної частини рослин (r = 0,403) та масова частка вологи (r = 0,498), слабкий негативний вплив має масова частка сирої клітковини (r = –0,373), сирого протеїну (r = –0,290) та цукрів (r = –0,233).

Пряма кореляційна залежність між масою та загальною урожайністю коренеплодів описується рівнянням регресії $y = 3{,}8193x - 59{,}167$, при цьому значення коефіцієнта регресії становить 3,8193, а коефіцієнт детермінації дорівнює 0,815, тобто за збільшення маси одного коренеплоду на 1 г загальна урожайність коренеплодів моркви зростає в середньому на 3,8193 т/га.

Виявлені кореляційні взаємозв'язки забезпечують наукову основу для відбору сортів і гібридів моркви, які одночасно характеризуються високою продуктивністю та формуванням коренеплодів із покращеними смаковими властивостями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гончаренко В. Ю., Гордієнко І. М., Даценко С. М. Характеристика та норми якості моркви свіжої. *Овочівництво і баштанництво*. 2011. Вип. 57. С. 219-224.
2. Могильна О. М., Вітанов О. Д., Духін Є. О., Парамонова Т. В. Методичні рекомендації щодо вирощування насіння моркви. Селекційне: Інститут овочівництва і баштанництва НААН, 2020. 20 с.
3. Морозова Л. П. Вивчення хімічного складу та біологічної активності моркви посівної (*Daucus Carota* L. Var. *Sativus*). Огляд Літератури. *Продовольчі ресурси*. 2023. Т. 11. № 20. С. 72-87. https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-08
4. Підлубенко І. М., Овчіннікова О. П., Біленька О. М., Штепа Л. Ю., Новіченко В. М. Оцінка адаптивного потенціалу колекційного матеріалу моркви (*Daucus Carota* L.) за проявом ознак «загальна урожайність коренеплодів» та «вміст β-каротину». *Овочівництво і баштанництво*. 2022. Вип. 72. С. 24–31. https://doi.org/10.32717/0131-0062-2022-72-24-31
5. Малишев В. В. Урожайність моркви столової за краплинного зрошення в умовах південного Степу України. *Науковий вісник НУБІП. Серія: Агрономія*. 2013. Вип. 183 (1). С. 148–152.
6. Попович Г. Б. Вплив строків сівби на урожайність моркви столової. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 94. С. 53–58.
7. Окрушко С. Є. Вплив стимулятора росту вимпел на врожайність моркви. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 8. С. 74–81.
8. Рудь В. П., Терьохіна Л. А., Урюпіна Л. М., Стовбір О. П., Сидора В. В., Сучкова В. М. Морква м'ясиста: зональне виробництво, наукове забезпечення.

Овочівництво і баштанництво. 2019. Вип. 66. С. 91–102. https://doi.org/10.32717/0131-0062-2019-66-91-102

9. Рослинництво України. Статистичний збірник. Київ: Держкомстат, 2021. 183 с.

10. Джам М. А., Кривенко А. І., Кононенко Ю. М. Вплив сучасних фунгіцидів на ураження альтернаріозом (*Alternaria Radicina Meier*) моркви в умовах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136. Т. 1. С. 84–89. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.12

11. Паламарчук В. Д., Кричковський В. Ю., Паламарчук О. Д., Шуберанський В. Е. Інноваційні технології в рослинництві: підручник. Вінниця: ТОВ «Друк», 2024. 582 с.

12. Воєводін В. Морква в цифрах і фактах: як заробити більше. *Агробізнес сьогодні*. 2025. № 5. https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/32701-morkva-v-tsyfrakh-i-faktakh-iak-zarobyty-bilshe.html

13. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Паламарчук О. Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця: ФОП Рогальська І. О., 2017. 588 с

14. Бахрушин В. Є. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. Запоріжжя : КПУ, 2011. 268 с.

15. Пашко А. О. Статистичний аналіз даних (Методичні матеріали до курсу «Інтелектуальна обробка даних»). Київ, 2019. 55 с.

16. Чичуліна К. В. Кореляційний зв'язок в економіко-математичних моделях. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. 2012. Вип. 1(4). Т. 3. С. 250–255.

17. Hallett P., Mooney S., Whalley R. Soil physics: new approaches and emerging challenges. *European journal of soil science*. 2013. Vol. 64 (3). P. 277–278.

18. Гавришко О. С., Оліфір Ю. М., Партика Т. В., Буслаєва Н. Г. Кореляційний аналіз залежності продуктивності сівозміни від фізико-хімічних, агрохімічних показників ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за тривалого сільськогосподарського впливу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (I). С. 67–81. DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-5

19. Царенко О. М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології. Суми : Університетська книга, 2000. 203 с.

20. Nichols K. A., Samson-Liebig S. An inexpensive and simple method to demonstrate soil quality parameters. *Journal of natural resources and life sciences education*. 2011. Vol. 40. P. 51–57. DOI: 10.1071/SR14113

21. Tang L. et al. Shake table test of soil-pile groupsbridge structure interaction in liquefiable ground. *Earthquake engineering and engineering vibration*. 2010. Vol. 9. № 1. P. 39–50. DOI: 10.1016/e2012.01.010

22. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків : Основа. 2001. 369 с.

23. Єщенко В. О. та ін. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

24. ДСТУ 7035: 2010. Морква свіжа. Технічні умови. Київ. Держспоживстандарт України, 2010. 18 с.

25. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи; за ред. А. О. Рожкова. Х. : Майдан, 2016. 316 с.

Дата першого надходження статті до видання: 28.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 635.646:631.543
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.15

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ БАКЛАЖАНА ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ ВИСАДЖУВАННЯ РОЗСАДИ

Паламарчук І. І. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри рослинництва та садівництва,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0001-8582-3855
Присяжнюк О. В. *– спеціаліст вищої категорії,*
викладач сільськогосподарських дисциплін,
завідувач агрономічного та бухгалтерського відділу,
Відокремлений структурний підрозділ «Чернятинський професійний коледж
Вінницького національного аграрного університету»
orid.org/0009-0006-3613-2875

Баклажан є цінною овочевою культурою. Його продуктивність залежить від багатьох факторів, особливо від умов вирощування. Правильно підібраний строк висаджування забезпечує оптимальний ріст і розвиток рослин, формування більшої кількості зав'язі та підвищення врожайності. За раннього або пізнього висаджування рослини можуть потрапляти під дію несприятливих температур, що знижує їхню продуктивність і товарність плодів. Тому дослідження впливу строків висаджування розсади на формування врожаю баклажана є важливим для підвищення ефективності його вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Мета досліджень полягала у визначені оптимальних строків висаджування розсади баклажана для забезпечення максимальної продуктивності та високої товарної якості плодів. Дослідження проводили у 2024–2025 роках в умовах Лісостепу правобережного.

Результати досліджень показали, що висота рослин, кількість листків, товарна урожайність та біометричні параметри продукції залежали від строку висаджування розсади у відкритий ґрунт. Найвищими показниками висоти рослин, протягом усього періоду спостережень, характеризувались рослини за строку садіння розсади у другій декаді травня. За даного строку сівби рослини при вимірюванні у першій декаді червня перевищували контроль на 2,5 см. Кінцеві показники вимірювання висоти рослин у першій декаді вересня за строку висаджування рослин у першій декаді травня становили 78,5 см, що перевищувало контроль на 2,0 см. Кількість листків зафіксовано найбільшу за строку садіння друга декада травня – 16,4–50,8 шт/рослину у різні дати вимірювання, що забезпечило приріст даного показника відносно контрольного варіанту на 1,9–9,5 шт/рослину. Найбільшу товарну врожайність за роки досліджень отримано за строку висаджування розсади у другій декаді травня – 36,6 т/га, що більше контролю на 15,1 т/га. Даний строк висаджування рослин забезпечив найбільші біоме тричні показники продукції: масу плоду отримано – 157 г, що більше контролю на 24 г, діаметр та довжина плоду відповідно 5,0 см та 16,4 см.

Ключові слова: *баклажан, строки висаджування розсади, біометричні параметри, врожайність.*

Palamarchuk I. I., Prysiazhnuk O. V. Formation of eggplange productivity depending on the time of planting seedlings

Eggplant is a valuable vegetable crop, the productivity of which largely depends on growing conditions, in particular the timing of planting seedlings. A correctly selected planting date ensures optimal growth and development of plants, the formation of a larger number of ovaries and increased yield. If planted too early or late, plants may be exposed to adverse temperatures, which reduces their productivity and marketability of fruits. Therefore, studying the influence of

© Паламарчук І. І., Присяжнюк О. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

planting dates on the formation of eggplant yields is important for increasing the efficiency of its cultivation in specific soil and climatic conditions.

The purpose of the research was to determine the optimal timing of planting eggplant seedlings to ensure maximum productivity and high marketable quality of fruits. The research was conducted in 2024–2025 in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe.

The results of the research showed that plant height, number of leaves, marketable yield and biometric parameters of products depended on the timing of planting seedlings in open soil. The highest height indicators throughout the entire observation period were characterized by plants during the period of planting seedlings in the second decade of May. At this sowing period, plants when measured in the first decade of June exceeded the control by 2.5 cm. The greatest height of plants was recorded in the first decade of September – 80.8 cm, which is 4.3 cm more than the control. The final indicators of plant height measurement in the first decade of September during the period of planting plants in the first decade of May were 78.5 cm, which exceeded the control by 2.0 cm. The number of leaves was recorded as the highest during the second decade of May – 16.4–50.8 pcs / plant on different measurement dates, which ensured an increase in this indicator relative to the control variant by 1.9–9.5 pcs / plant. The highest marketable yield over the years of research was obtained for the period of planting seedlings in the second decade of May – 36.6 t/ha, which is 15.1 t/ha more than the control. The increase relative to the control was also provided by the variant for the period of planting seedlings in the first decade of May and amounted to 4.6 t/ha. The highest average fruit weight was obtained for the period of planting plants in the second decade of May – 157 g, which is 24 g more than the control. The largest diameter and length of the fruit were recorded for the variant for the sowing period of the second decade of May, respectively 5.0 cm and 16.4 cm. The largest fruit length was recorded for the period of planting seedlings in the 2nd decade of May – 16.4 cm, which is 0.8 cm more than the control variant.

Key words: *eggplant, planting dates, biometric parameters, yield.*

Актуальність теми дослідження. Баклажан є однією з цінних овочевих культур. Плоди культури характеризуються високими поживними, дієтичними та смаковими якостями, завдяки чому має попит на споживчому ринку. Завданням сучасного овочівництва в Україні є підбір кращих строків висаджування розсади у відкритий ґрунт та схеми розміщення рослин й удосконалення інших технологічних прийомів вирощування з метою підвищення ефективності виробництва баклажана. Особливості росту та розвитку рослин, їх продуктивність залежить від температурного режиму, вологозабезпечення та інших факторів.

В останні роки спостерігаються кліматичні зміни, які зумовлюють нестабільність погодних умов весною та в першій половині літа, це ускладнює вибір оптимального строку висаджування розсади теплолюбивих рослин, до яких належить баклажан. Висаджування рослин за несприятливих температурних умов призводить до затримки ростових процесів, зниження інтенсивності фотосинтезу, ослаблення росту та розвитку кореневої системи та, як наслідок, зменшення врожайності і отримання продукції гіршої якості. Водночас своєчасне висаджування розсади сприяє кращій адаптації рослин до умов відкритого ґрунту, формуванню оптимальної площі листків, підвищенню кількості зав'язей і товарного врожаю.

Проведено ряд досліджень щодо вивчення технології вирощування баклажана, проте вивчення впливу строків висаджування розсади баклажана у відкритий ґрунт залишається актуальним в умовах зміни клімату і потребує уточнення. Важливе значення даних досліджень зростає також з врахуванням біологічних особливостей та продуктивності сучасних сортів та гібридів та відповідно їх реакції на зміну строків висаджування.

Дослідження спрямовані на встановлення оптимальних строків висаджування розсади баклажана та їх впливу на ростові процеси і формування врожайності є актуальними. Отримані результати досліджень можуть бути використані для удосконалення елементів технології вирощування баклажана, стабільне надходження

врожаю високої якості, а також для адаптації виробництва культури в умовах інтенсифікації овочівництва.

Постановка проблеми. Баклажан (*Solanum melongena* L.) – це овочева рослина, яка має важливе економічне значення в усьому світі. Основні етапи вирощування баклажана є розсадний період, висаджування та адаптація рослин у полі, що залежить від погодних умов і якості розсади в першу чергу, ріст, розвиток та формування врожаю. Вирощена розсада баклажана має бути морфологічно однорідною, візуально привабливою та здоровою, з високим фізіологічним потенціалом та стійкістю до стресових умов, швидким приживленням, яке залежить від погодних умов і гарно розвиненої кореневої системи. Стандартна акліматизація до стресових зовнішніх умов, яка досягається шляхом загартування розсади, є достатньою для пом'якшення негативного впливу низької температури після пересадки в поле. Тривалість періоду вирощування обмежена першими осінніми заморозками.

Баклажан – це ніжна багаторічна рослина родини пасльонових (*Solanaceae*). Його широко вирощують у світі, що робить його одним із найважливіших овочів. Молоді плоди можна запікати, смажити, фарширувати, тушкувати, мариновати або готувати з іншими овочами. Цей овоч є гарним джерелом кальцію, фосфору, калію, заліза, білка, фолієвої кислоти та вітамінів А і В. Він багатий на клітковину та має низький вміст жиру та натрію, а також має низьку калорійність. Шкірка баклажана є потужним антиоксидантом та поглиначем вільних радикалів [11]. Баклажан відносять як до багаторічних так і до однорічних рослин, оскільки в помірному кліматі він адаптувався як однорічна рослина. Він має здатність знижувати рівень холестерину, що пов'язано зі зменшенням жиру в організмі людини, і є терапевтичним засобом для профілактики серцево-судинних захворювань [8].

Плоди баклажана забезпечують організм життєво важливими поживними речовинами, вітамінами та мінералами, а також є найкращим засобом подолання дефіциту мікроелементів, тому їх називають захисними продуктами. Плоди баклажана багаті на вітаміни, включаючи вітамін В, кальцій, фосфор та залізо, а його зелене листя є основним джерелом вітаміну С. Порівняно з іншими овочевими культурами, баклажан є хорошим джерелом білка. Завдяки високій концентрації вітамінів, мінералів та корисних для здоров'я біологічно активних речовин, він вважається одним з найкорисніших овочів з дуже низькою калорійністю [9].

В умовах ринкової економіки, чим раніше збирається овочева культура, тим дорожче вона продається. За даними досліджень науковців середня маса плодів баклажана становила 135,6 г. Водночас значна частина сортозразків і гібридів перевищувала цей показник на 10–119 %, а окремі зразки характеризувалися істотно вищою масою плодів – до 139–204 % від середнього значення. Стандартні сорти мали масу плодів у межах 174–175 г, що відповідало групі із середніми плодами (151–200 г). Досліджуваний матеріал відзначався значною варіабельністю за масою плодів, що дало змогу розподілити сортозразки на групи з дуже дрібними (40–100 г), дрібними (101–150 г) та середніми плодами (151–200 г), що свідчить про широкий генетичний потенціал культури за даною ознакою [20].

За даними Fatema Tuj Zohura посуха та перезволоження мають найбільший вплив на ріст, розвиток та формування врожаю рослин баклажана і дещо менший вплив має сам сорт. Так, найбільша висота рослини, кількість гілок, кількість листків 40,53 см, 8 шт/рослину, 43 шт/рослину відповідно отримані в контрольованих умовах з достатнім забезпеченням вологою, тоді як висота рослини 38,2 см та 37,7 см, кількість гілок 7 та 5 шт/рослину, кількість листків 41 та 37 шт/рослину

отримано в умовах посухи та перезволоження. Перезволоження мало більш негативний вплив на рослини баклажана ніж посуха. Таку ж закономірність відмічено при формуванні на рослинах генеративних частин та врожаю вцілому. Врожайність з куща зі зрошенням становила 1,49 кг, в посушливих та при перезволожені – 1,38 та 1,32 кг відповідно. Також доведено, що врожайність рослин змінювалась залежно від сорту. Саме тому є сорти більш стійкі до посухи [21].

Важливе значення при вирощуванні баклажан має як забезпеченість рослин вологою вцілому так і період і кількість поливів, що підтверджено дослідженнями Karam F. та ін. Дефіцит вологи призводить до зниження врожаю рослин баклажана [14].

Важливе значення в інтенсифікації овочівництва має використання сучасних поливних систем, що мають комп'ютерний супровід. У таких умовах чітко контролюється вологість ґрунту і повітря, при цьому зростає врожайність рослин [13]. Але, такий контроль використовують в спорудах закритого ґрунту, а у відкритому ґрунті важливим є правильно підібрані строки висаджування рослин, сорт та полив з врахуванням вологості ґрунту.

Строк висаджування розсади впливає також на засвоюваність елементів живлення, які безпосередньо впливають на врожайність культури. Саме тому виникає потреба у оптимізації строків висаджування в певному регіоні, а також норм внесення добрив. За переважаючих несприятливих кліматичних та ґрунтових умов, удобрення у кількості 200 кг/га NPK (15:15:15) є достатнім для оптимального росту, виробництва сухої речовини та стабільного врожаю баклажана (*Solanun melongena* L.) [15].

Оптимальні строки висаджування розсади дають можливість оптимізувати не тільки температурний режим, але і режим зволоження, що є дуже важливим, оскільки спостерігається дефіцит прісної води і кількість опадів. Так, спостерігається зростання потреби у воді в сільськогосподарському виробництві. Доступна вода для сільського господарства зменшується, а сільськогосподарські культури страждають від подовження інтервалів поливу, і, як наслідок, виникає стрес від посухи [18]. Нестача води є основним визначальним фактором у сільськогосподарській системі в посушливих та напівпосушливих регіонах [12]. Вода є важливим елементом для росту рослин та підтримки тканин і органів. Баклажан потребує менше води, і важливість управління водними ресурсами полягає в підвищенні водного стресу для росту рослин та підтримці тургору [17].

Правильно підібраний строк сівби чи висаджування рослин дає можливість максимально ефективно використовувати затрачені ресурси [16]. Овочеві культури є чутливими до кліматичних змін, таких як температура, опади та світло [7]. Таким чином, для підвищення продуктивності овочевих культур необхідно враховувати взаємозв'язок між культурами та кліматом [10]. Підвищеною стійкістю до стресу характеризуються рослини баклажана у розсадний період при пересаджуванні, але з врахуванням їх загартування [19]. Строки висаджування впливають на інтенсивність ростових процесів і рівень продуктивності рослин [1, 4].

Дослідженнями ряду науковців встановлено, що оптимальні строки вирощування овочів відіграють важливу роль для росту, розвитку овочевих рослина, а також для формування їх врожайності [5, 6].

Методика дослідження. Дослідження з вивчення формування продуктивності баклажана залежно від строків висаджування розсади проводили у 2024–2025 роках в умовах Лісостепу правобережного. Для досліджень взято сорт баклажана Алмаз, який є занесено до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні.

Фактор досліджень був строк висаджування розсади баклажан у відкритий грунт. Так, варіантами досліду були: перша декада травня, друга декада травня, третя декада травня, перша декада червня. Контрольним варіантом був строк висаджування третя декада травня. Повторність досліду чотириразова. Площа облікової ділянки становила 5 м^2. Для розміщення ділянок у досліді було використано метод рендомізованих ділянок. Технологія вирощування баклажан була загальноприйнята для зони вирощування, що полягала у вирощуванні розсади у плівковій теплиці з подальшим висаджуванням рослин у відкритий ґрунт. Під час досліджень проведено фенологічні спостереження, а саме: сівба, поява поодиноких та масових сходів, бутонізація, цвітіння та початок плодоношення (технічна стиглість), тривалість вегетаційного періоду. Також, проведено біометричні вимірювання, зокрема визначення висоти рослин, кількості листків, довжини листків та їх ширини, площі листків, кількості квіток та плодів [2].

Облік врожаю проводили у період технічної стиглості плодів шляхом їх зважування окремо з кожного повторення (з облікових рослин) розділяючи на товарні та нетоварні плоди відповідно до ДСТУ 2660 «Баклажани свіжі. Технічні умови» [3]. Після чого проведено обрахунок середніх показників по варіантах досліду. Проведення обліку біометричних параметрів плодів баклажана здійснено вимірювальним методом за допомогою лінійки. Математичну обробку даних виконано згідно методик, а статистичний аналіз проведено за допомогою комп'ютерних програм «Excel» та «Statistica» [2].

Результати досліджень. Ріст рослин баклажана пов'язаний з проходженням основних фаз онтогенезу. На початкових етапах росту та розвитку рослин їх ріст повільний. Більш інтенсивний ріст рослин відбувається у розсадний період. Значно активізуються ростові процеси у рослин баклажана до початку бутонізації рослин і в цей період спостерігається швидке наростання вегетативної маси. Поступове зменшення інтенсивності росту відбувається з початком бутонізації, оскільки відбувається розподіл асимілянтів між вегетативними і генеративними частинами рослини. У період інтенсивного плодоношення та до кінця вегетаційного періоду ріст помітно призупиняється. Так, у досліді ріст рослин баклажана залежав від фази росту та розвитку та строку садіння розсади (табл. 1).

Таблиця 1

Висота рослин баклажана залежно від строку садіння розсади в динаміці, см, 2024–2025 рр.

Строк садіння розсади	Строк вимірювання								
	I декада червня	II декада червня	I декада липня	II декада липня	III декада липня	I декада серпня	II декада серпня	III декада серпня	I декада вересня
1 декада травня	14,5	24,3	33,2	41,3	54,2	72,6	75,4	78,3	78,5
2 декада травня	15,6	24,7	34,5	43,5	55,3	75,5	79,7	80,6	80,8
3 декада травня (контроль)	13,1	23,4	32,0	40,6	53,4	70,3	73,2	75,9	76,5
1 декада червня	11,9	21,2	30,8	38,4	50,2	67,1	71,3	73,8	74,3

Більшу висоту мали рослини висаджені у другу декаду травня, а з кожною послідуючою фазою висота була меншою. Проте на показник висоти рослин

значно впливали погодні умови. Так, зниження температури у травні пригнічувало ріст рослин, що спричинило формуванню меншої висоти рослин першого строку садіння. У свою чергу у пізні строки висаджування на ріст рослин впливали підвищені температури та менша кількість вологи.

В усіх варіантах досліду спостерігається закономірність щодо збільшення показників росту від першої декади червня до першої декади вересня, однак темпи росту та кінцеві значення мають істотну відмінність залежно від строку садіння. Найвищими показниками висоти протягом усього періоду спостережень характеризувались рослини за строку садіння розсади у другій декаді травня. За даного строку сівби рослини при вимірюванні у першій декаді червня перевищували контроль на 2,5 см. Найбільша висота рослин була зафіксована у першій декаді вересня – 80,8 см, що більше за контроль на 4,3 см. Це свідчить про те, що в даний період створюються оптимальні умови росту і розвитку рослин баклажана та забезпечується краща реалізація ростового потенціалу рослин.

За садіння у першу декаду травня приріст висоти рослин був дещо нижчим, ніж за висаджування у другій декаді травня, проте вищим порівняно з контрольним варіантом. Кінцеві показники вимірювання висоти рослин у першій декаді вересня за строку висаджування рослин у першій декаді травня становили 78,5 см, що перевищувало контроль на 2,0 см. У ранні строки вимірювання різниця між досліджуваними варіантами була незначною, проте у другій половині вегетації перевага висаджування рослин у другій декаді травня ставала більш вираженою, про що свідчать прирости висоти рослин.

За висаджування рослин у третій декаді травня на початкових етапах росту та розвитку рослини характеризувалися більш інтенсивним приростом, проте у другій половині вегетаційного періоду ріст рослин був менш інтенсивним. Так, висота рослин була меншою від строків висаджування у першій та другій декадах травня і за вимірювання у першій декаді вересня становила 76,5 см.

Найменшу висоту відмічено у рослин баклажана на варіанті садіння розсади у першій декаді червня. Найменшу висоту рослин відмічено за усіх строків вимірювання. Даний показник у першій декаді вересня становив 74,3 см, що на 6,5 см менше порівняно з кращим строком (друга декада травня).

Отже, порівняльний аналіз показника висоти рослин в динаміці показав, що найбільш сприятливі умови для росту та розвитку баклажана були за строку садіння розсади у другій декаді травня, що забезпечує інтенсивніший ріст протягом усього вегетаційного періоду. За раннього строку висаджування розсади рослини пригнічуються у рості і з врахуванням достатнього вологозабезпечення мають меншу висоту. Висаджування розсади у пізні строки, зокрема у першу декаду червня, призводить до уповільнення ростових процесів і зниження біологічного потенціалу рослин, що пов’язано з меншою природною вологозабезпеченістю рослин та вищими температурними показниками.

Отримані дані досліджень свідчать про те, що кількість листків була різною як за строку садіння розсади, так і за фазою росту та розвитку рослин (табл. 2).

Порівнюючи строки висаджування рослин зафіксовано найбільшу кількість листків за строку друга декада травня – 16,4–50,8 шт/рослину у різні дати вимірювання, що забезпечило приріст даного показника відносно контрольного варіанту на 1,9–9,5 шт/рослину. Відмічено зменшення кількості листків на рослині у різні дати вимірювання на послідуючих строках. Так, за строку висаджування у першій декаді червня їх кількість становила 12,3–38,3 шт/рослину, що менше за контроль на 2,2–3,0 шт/рослину.

Таблиця 2

Кількість листків рослин баклажана залежно від строку садіння розсади в динаміці, шт./рослину, 2024–2025 рр.

Строки садіння розсади	Дати вимірювання			
	I декада червня	I декада липня	III декада липня	II декада серпня
1 декада травня	15,7	28,6	35,6	44,7
2 декада травня	16,4	30,1	39,8	50,8
3 декада травня (контроль)	14,5	25,7	32,6	41,3
1 декада червня	12,3	22,2	29,5	38,3

На показник урожайності впливають сортові особливості, ґрунтово-кліматичні умови, рівень агротехніки і зокрема строки висаджування розсади, оскільки вони визначають умови приживання рослин у розсадний період, а також рівень реалізації генетичного потенціалу. Найбільшу товарну врожайність за роки досліджень отримано за строку висаджування розсади у другій декаді травня – 36,6 т/га, що більше контролю на 15,1 т/га (табл. 3).

Таблиця 3

Товарна урожайність та біометричні показники продукції баклажана залежно від строку садіння розсади, 2024–2025 рр.

Строки садіння розсади	Товарна урожайність, т/га	± до контролю, т/га	Біометричні показники продукції		
			маса плоду, г	діаметр плоду, см	довжина плоду, см
1 декада травня	26,1	4,6	144	4,8	15,8
2 декада травня	36,6	15,1	157	5,0	16,4
3 декада травня (контроль)	21,5	–	133	4,4	15,6
1 декада червня	17,5	–4,0	127	4,5	15,5
HIP_{05}	1,57	–			

Приріст відносно контролю забезпечив також варіант за строку садіння розсади у першій декаді травня і становив 4,6 т/га. За строку висаджування розсади перша декада червня урожайність була найменшою і становила 17,2 т/га, що на 4,0 т/га менше за контрольний варіант. Отримані дані досліджень свідчать про те, що строк висаджування розсади у відкритий ґрунт має вплив на ріст, розвиток та формування врожаю росли н баклажана.

Біометричні показники продукції є важливим критерієм оцінки її товарності, оскільки вони відображають розміри, масу, форму та вирівняність продукції, що безпосередньо впливає на її якість, привабливість для споживача та відповідність вимогам ринку. Найбільшу середню масу плоду отримано за строку висаджування рослин у другій декаді травня – 157 г, що більше контролю на 24 г. Більшою масою плоду відносно контролю характеризувався варіант за строку висаджування у 1 декаді травня, де приріст склав 11 г. Але відмічено зменшення маси плоду даного варіанту відносно варіанту за строку висаджування розсади у другій декаді травня. Найменша маса плоду була

у рослин за строку висаджування перша декада червня – 127 г, що менше за контроль на 6,0 г.

Найбільший діаметр та довжина плоду зафіксовано на варіанті за строку сівби друга декада травня відповідно 5,0 см та 16,4 см. Строк висаджування розсади у першій декаді травня характеризувався зменшенням даних показників, проте вони були більшими відносно контролю та строку висаджування перша декада червня на 0,3–0,4 см та 0,2–0,3 см відповідно.

Найбільшу довжину плодів зафіксовано за строку висаджування розсади 2 декада травня – 16,4 см, що на 0,8 см більше за контрольний варіант. Пізні строки висаджування рослин спричинювали погіршення біометричних параметрів. Так, довжина плоду у рослин висаджених у першій декаді червня була найменшою і становила 15,5 см, що на 0,9 см менше від кращого варіанту (друга декада травня).

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведеними дослідженнями встановлено, що строки висаджування розсади у відкритий ґрунт мають вплив на ріст, розвиток та врожайність рослин. Найвищими показниками висоти протягом усього періоду спостережень характеризувались рослини за строку садіння розсади у другій декаді травня. Кількість листків зафіксовано найбільшу за строку друга декада травня – 16,4–50,8 шт/рослину у різні дати вимірювання, що забезпечило приріст даного показника відносно контрольного варіанту на 1,9–9,5 шт/рослину. Найбільшу товарну врожайність за роки досліджень отримано за строку висаджування розсади у другій декаді травня – 36,6 т/га, що більше контролю на 15,1 т/га. Приріст відносно контролю забезпечив також варіант за строку садіння розсади у першій декаді травня і становив 4,6 т/га. Найбільшу середню масу плоду отримано за строку висаджування рослин у другій декаді травня – 157 г, що більше контролю на 24 г. Найбільший діаметр та довжина плоду зафіксовано на варіанті за строку сівби друга декада травня відповідно 5,0 см та 16,4 см. Найбільшу довжину плодів зафіксовано за строку висаджування розсади 2 декада травня – 16,4 см, що на 0,8 см більше за контрольний варіант.

В подальшому плануються дослідження щодо вивчення інших технологічних прийомів вирощування баклажана.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вдовенко С. А., Сербін Є. О. Вплив різних строків садіння розсади на продуктивність капусти брюсельської за розсадного вирощування в умовах відкритого ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 37. С. 175–188. DOI:10.37128/2707-5826-2025-2-16

2. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи. / Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А.. Харків : Майдан, 2016. 316 с. URL : https://visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/1-2024/6.pdf (дата звернення: 10.01.2026).

3. ДСТУ 2660-94 Баклажани свіжі. Технічні умови. [Чинний від 01.07.1995]. Київ. Держспоживстандарт України. 1995. 6 с.

4. Карачун В. Л., Лебединський І. В., Яровий Г. І. Вплив різних строків висаджування розсади помідора гібрида Прунус F1 на економічну ефективність вирощування в умовах зимових плівкових теплиць. *Аграрні інновації*. 2025. № 32. С. 117–124. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.32.17

5. Паламарчук І. І. Вплив строків сівби на урожайність зерна гороху овочевого за органічного вирощування. *Вісник Уманського національного університету*

садівництва. 2024. Вип. 1. С. 24–30. DOI https://doi.org/10.32782/2310-0478-2024-1-24-30

6. Паламарчук І. І. Вплив строків сівби на формування врожаю буряку столового в правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 1. С. 54–58. DOI : 10.31395/2310-0478-2020-1-54-58

7. Adedapo A. Impact of climate variability on vegetable crops in Ilorin, Kwara State, Nigeria. *Ruhuna Journal of Science*. 2017. 8 (1).15-19. DOI:10.4038/rjs.v8i1.25

8. Costa E., Gustavo L. Durante Y., Adriano dos Santos, Cleber R. Ferreira Production of eggplant from seedlings produced in different environments, containers and substrates. *Hortic*. *bras*. 2013. V. 31, n. 1. 139-146. DOI:10.1590/S0102-05362013000100022

9. Docimo T., Francese G., Ruggiero A., Batelli G., De Palma M. and Bassolino L.. Phenylpropanoids accumulation in eggplant fruit: characterization of biosynthetic genes and regulation by a MYB transcription factor. Front. *Plant Science*. 2016. № 6. P. 1233-1238. DOI:10.3389/fpls.2015.01233

10. Faiz H., Ayyub C.M., Khan R.W., Ahmad R. Morphological, physiological and biochemical responses of eggplant (*Solanum melongena* L.) seedling to heat stress. *Journal of Agricultural Sciences*. 2020. № 57. P. 371-80. https://doi.org/10.21162/PAKJAS/20.9433

11. Hector U. Tabbun Eggplant. Production guide. Department of Agriculture, Regional Field Office No. 02, High Value Crops Development Program. 2017. 16 p. URL: https://cagayanvalley.da.gov.ph/wp-content/uploads/2018/02/Eggplant.pdf (Last accessed: 10.01.2026).

12. Inalpulat M., Genc L., Kizil U. and Aksu S. Responses of eggplant to pruning under irrigation deficiency. *Int. Conf. on Biological, Civil and Environmental Engineering*. 2014. March 17–18, Dubai, UAE. URL: https://www.researchgate.net/profile/Unal-Kizil/publication/301139043_Responses_Of_Eggplant_To_Pruning_Under_Irrigation_Deficiency/links/5d9cd46a299bf1c36301fdb4/Responses-Of-Eggplant-To-Pruning-Under-Irrigation-Deficiency.pdf (Last accessed: 10.01.2026).

13. Jibril I. Adeoye P. A. Olorunsogo S. T. Zubair S. Yusuff B. H. & Chukwu S. Emeka Growth and Yield of Eggplant (*Solanum melongena*) under Solar-powered Smart and Manual Drip Irrigation Systems in Mokwa, Nigeria. *Book of Proceedings, 14th Nigeria Association of Hydrological Sciences Conference (Okitipupa 2024) held at Olusegun Agagu University of Science and Technology*, Okitipupa, Ondo State, Nigeria, November 5–8, 2024. URL: https://nahs.org.ng/wp-content/uploads/journal/published_paper/volume-10/issue-12/l1QBc3NX.pdf (Last accessed: 17.01.2026).

14. Karam F., Saliba R., Skaf S., Breidy J., Rouphael Y., Balendonck J. Yield and water use of eggplants (*Solanum melongena* L.) under full and deficit irrigation regimes. *Agricultural Water Management. 2011*. Vol. 98. Is. 8. P. 1307–1316. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.03.012

15. Nafiu, Adewale Kehinde, Togun, Adeniyi. O. Abiodun, Moses Olabiyi, and Chude, Vincent Okechukwu Effects of NPK fertilizer on growth, drymatter production and yield of eggplant in southwestern Nigeria. *Agriculture and biology journal of north America*. 2011. № 2 (7). P. 1117–1125. URL: https://scispace.com/pdf/effects-of-npk-fertilizer-on-growth-drymatter-production-and-ro3xe3jbrd.pdf (Last accessed: 11.01.2026).

16. Prerna Sihag, Surender Singh, Sunitha Fogat and Amit Dhankar Effect of Date of Sowing on Yield, Yield Attributes and Heat Use Efficiency of Brinjal in the Western Region of Haryana, India. *International Journal of Environment and Climate Change*. 2024. Volume 14. Issue 12. P. 128-132. DOI: https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i124612

17. Saikou Ebrima Sanyang, Samuel Demba, Ebrima Njie Growth Performance of Eggplant (*Solanum melongena* L.) Enhanced by Watering Intervals and Application of Organic Manure. *International Journal of Applied Agricultural Sciences*. 2025. Vol. 11. No. 1. pp. 24–28. https://doi.org/10.11648/j.ijaas.20251101.13

18. Salah M. El-Miniawy Growth and Yield of Eggplant Grown under Drought Stress Conditions and Different Potassium Fertilizer Rates. *Middle East Journal of Agriculture Research*. 2015. Vol. 04, Is. 04. P. 1113–1124. URL: https://www.curresweb.com/mejar/mejar/2015/1113-1124.pdf (Last accessed: 09.01.2026).

19. Sękara A., Bączek-Kwinta R., Gawęda M., Kalisz A., Pokluda R., Jezdinský A. Sequential abiotic stress applied to juvenile eggplant modifies the seedlings parameters, plant ontogeny and yield. *Horticultural Science*, 2016. Vol. 43, Issue 3. P. 149–157. DOI: 10.17221/162/2015-HORTSCI

20. Sherzod Ashurov, Sirozhiddin Turaev, Feruza O'rolova, and Gulilola Zokirova Study of growth, development and yield dynamics of eggplant varieties samples. BIO *Web of Conferences*. 2025. V. 173. P. 1–8. https://doi.org/10.1051/bioconf/202517301036

21. Zohura Fatema Tuj Growth and yield performance of eggplant under drought and waterlogging condition. Department of agroforestry and environmental science SHer-e-bangla agricultural university. Dhaka. 2021. 97 p. URL: https://saulibrary.edu.bd/daatj/public/uploads/Done%2014-05970.pdf (Last accessed:11.01.2026).

Дата першого надходження статті до видання: 30.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.63; 631.81.095.337; 632.952
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.16

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ БУРЯКА СТОЛОВОГО

Панцирева Г. В. *– д.с.-г.н.,*
доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства,
провідний науковий співробітник наукових тематик,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-0539-5211
Піхоцький В. А. *– аспірант кафедри лісового та садово-паркового господарства,*
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0009-0004-3546-1218

У статті узагальнено сучасні наукові підходи та світовий практичний досвід застосування біопрепаратів у технологіях вирощування коренеплідних культур, зокрема буряка столового. Показано, що використання біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння та підживлення вегетуючих рослин є перспективним напрямом інтенсифікації овочівництва, який забезпечує підвищення врожайності, покращення якості продукції та зменшення антропогенного навантаження на агроекосистеми. Розкрито механізми дії мікробіологічних препаратів, пов'язані з азотфіксацією, мобілізацією фосфору і калію, активізацією ґрунтової мікробіоти та стимуляцією розвитку кореневої системи рослин. Проаналізовано сучасний стан виробництва буряка столового в Україні та у світі, наведено динаміку посівних площ, урожайності та валового збору культури. Встановлено, що попри відносну стабільність площ вирощування коренеплодів, зростання продуктивності значною мірою зумовлене впровадженням інноваційних агротехнологій, серед яких важливе місце посідають біопрепарати. На основі аналізу даних FAOSTAT охарактеризовано основні регіони вирощування буряків і відмінності у врожайності між країнами. Окрему увагу приділено світовій практиці використання біопрепаратів у Європі, Північній Америці, Азії та Латинській Америці, де вони застосовуються як у традиційному, так і в органічному землеробстві. Узагальнення результатів наукових досліджень свідчить, що застосування мікробіологічних інокулянтів, мікоризоутворюючих грибів і біостимуляторів забезпечує підвищення врожайності коренеплідних культур у середньому на 10–25 %, покращує агрохімічні властивості ґрунту та сприяє формуванню екологічно безпечної продукції. Обґрунтовано доцільність подальших досліджень щодо оптимізації використання біопрепаратів у технологіях вирощування буряка столового.

Ключові слова: *біопрепарати, буряк столовий, коренеплідні культури, ґрунтова мікробіота, урожайність, агротехнології, родючість ґрунту.*

Pantsyreva H. V., Pihotskyi V. A. The effectiveness of using biological products in technologies for growing table beet root crops

The article summarizes modern scientific approaches and world practical experience in the use of biological products in the technologies of growing root crops, in particular table beet. It is shown that the use of biological products for pre-sowing seed treatment and fertilizing vegetative plants is a promising direction of vegetable growing intensification, which provides increased yields, improved product quality and reduced anthropogenic load on agroecosystems. The mechanisms of action of microbiological products associated with nitrogen fixation, mobilization of phosphorus and potassium, activation of soil microbiota and stimulation of the development of the plant root system are revealed. The current state of table beet production in Ukraine and in the world is analyzed, the dynamics of sown areas, yields and gross crop harvest are presented.

© Панцирева Г. В., Піхоцький В. А., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

It is established that despite the relative stability of the areas of growing root crops, the increase in productivity is largely due to the introduction of innovative agricultural technologies, among which biological products occupy an important place. Based on the analysis of FAOSTAT data, the main regions of beet cultivation and differences in yields between countries are characterized. Special attention is paid to the world practice of using biological products in Europe, North America, Asia and Latin America, where they are used in both traditional and organic farming. The generalization of the results of scientific research shows that the use of microbiological inoculants, mycorrhizal fungi and biostimulants increases the yield of root crops by an average of 10–25 %, improves the agrochemical properties of the soil and contributes to the formation of environmentally safe products. The feasibility of further research on optimizing the use of biological products in table beet growing technologies is substantiated.

Key words: *biological products, table beet, root crops, soil microbiota, yield, agrotechnology, soil fertility.*

Постановка проблеми. Використання біопрепаратів для обробки насіння столового буряка є перспективним напрямком, що дозволяє підвищити врожайність та якість продукції [1, 2, 8]. Поряд із цим мікроорганізми фіксують азот, розчиняють фосфор та калій, роблячи їх більш доступними для рослини, зменшуючи потребу в мінеральних добривах. Біологічні препарати відіграють важливу роль у підвищенні родючості ґрунту завдяки його здатності активізувати корисну ґрунтову мікрофлору, покращувати мінералізацію органічних решток, підвищувати доступність поживних елементів для рослин, стимулювати розвиток кореневої системи та відновлювати природну біологічну рівновагу агроекосистеми. Проте, незважаючи на всі його позитивні якості, їх обмежене через високу чутливість до умов зберігання та застосування, залежність ефективності від температури, вологості й реакції ґрунту, а також повільніший прояв дії порівняно з хімічними препаратами. Однією з причин такого становища є розбалансованість вітчизняного овочевого ринку та недосконалість технологій вирощування буряка столового, а також високу вартість біопрепаратів, що стримує їх широке впровадження у виробництво, особливо в умовах обмежених фінансових ресурсів сільськогосподарських підприємств [3, 6].

Тому пошук шляхів направлений на підвищення рівня продуктивності коренеплодів на якісно новому рівні за рахунок впровадження інтенсивних технологій їх вирощування є одним із пріоритетних завдань у збільшенні виробництва буряка столового та задоволенні потреб ринку овочевою продукцією.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основна перевага використання біопрепаратів у технологіях вирощування полягає в їх екологічній безпечності, здатності зменшувати хімічне навантаження на агроекосистему, покращувати родючість ґрунту та забезпечувати стабільну продуктивність культур без порушення природної рівноваги [4, 7, 9]. На даний час залишається відкритим питання щодо доцільності застосування біологічних препаратів при вирощуванні коренеплодів, зокрема буряка столового. Існує думка, що отримання високого врожаю буряка столового можливе шляхом забезпечення мінеральними добривами незалежно від його впливу на ростові процеси, адже екологічні умови вирощування часто не співпадають із біологічними вимогами рослин, внаслідок чого знижується ефективність засвоєння елементів живлення, порушуються фізіолого-біохімічні процеси та зменшується реалізація генетичного потенціалу культури [5, 10].

Одним із найбільш об’єктивних та інформативних підходів до визначення ефективності й доцільності застосування біологічних препаратів у технологіях вирощування коренеплідних культур, на думку багатьох науковців, є мікробіологічне тестування ґрунту. Саме воно дає змогу комплексно оцінити зміни

у функціонуванні ґрунтової мікробіоти під впливом агротехнічних заходів. При цьому ключовими показниками виступають чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів, їх видовий склад, а також рівень ферментативної активності, що відображає інтенсивність біохімічних процесів у ґрунтовому середовищі [6, 11].

Водночас слід враховувати тісний взаємозв'язок між окремими групами ґрунтових мікроорганізмів і культурними рослинами, зокрема здатність мікробів формувати стійкі рослинно-бактеріальні асоціації в ризосфері. Такі взаємодії можуть істотно впливати на ріст і розвиток рослин, доступність поживних речовин, рівень стресостійкості та, зрештою, на формування врожаю і якісних показників коренеплодів. У цьому контексті роль біопрепаратів виходить за межі лише стимулювання мікробіологічної активності ґрунту, набуваючи значення важливого елементу регуляції продукційного процесу культури [17].

З огляду на недостатній рівень вивчення впливу окремих технологічних прийомів вирощування, зокрема застосування біологічних препаратів, на мікробіологічний стан ґрунту та формування продуктивності буряка столового, постає потреба у проведенні поглиблених досліджень у цьому напрямі. Саме це зумовило актуальність даної роботи та визначило її науково-практичну спрямованість.

За даними Державної служби статистики України під урожай у 2023–2025 роках, було засіяно близько 39,0–9,5 тис. га. Для порівняння, у 2015 році площі становили 41,5 тис. га, а у 20200 році – 41,0 тис. га. Врожайність коренеплодів у цей період значно зросла: якщо у 2015 та 2020 роках вона становила 13,60 та 18,11 т/га відповідно, то у 2023–2025 рр. середній рівень урожайності досяг близько 19,0–19,5 т/га. Валовий збір буряку столового також продемонстрував тенденцію до зростання: у 2015 році він становив 564,6 тис. т, у 2020 році – 742,2 тис. т, а у 2023–2025 рр. досяг приблизно 745–770 тис. т [12, 17].

У глобальному масштабі вирощування буряків, насамперед цукрових (які є видом *Beta vulgaris*, як і столовий буряк), займає значні площі в помірних кліматичних зонах. За даними світових статистичних джерел, площа під буряками у світі залишається великою у 2024 році загальна площа збирання буряків у світі становила приблизно 4,4 млн га, хоч і з невеликою тенденцією до скорочення порівняно з попередніми роками [12].

Провідними виробниками буряків у світі, переважно цукрових, залишаються країни Європи та Північної Америки. Найбільші площі під цією культурою зосереджені в США (приблизно 456 тис. га), Німеччині та Франції (по 380–395 тис. га кожна), а також у Туреччині, Польщі, Україні, Єгипті та Китаї. Столовий буряк у глобальному масштабі вирощується переважно як локальна овочева культура, що користується попитом у споживачів на свіжі коренеплоди та продукти переробки. У ряді країн, зокрема в США, комерційне виробництво столового буряка займає невелику частину загальної овочевої площі, проте демонструє стабільний ринок збуту [2, 8, 11].

Аналіз світових тенденцій показує, що площі під вирощуванням столового буряка залишаються відносно стабільними – на рівні декількох мільйонів гектарів, незважаючи на коливання споживчого попиту та зміни кліматичних умов. Основні регіони культивації розташовані у помірних кліматичних зонах Європи та Північної Америки, де розвиток сучасних технологій обробітку ґрунту та агротехнічна інфраструктура забезпечують ефективне та стабільне виробництво.

Аналіз світового виробництва буряка у 2025 році свідчить про значні відмінності у врожайності між країнами, що обумовлено передусім застосованими

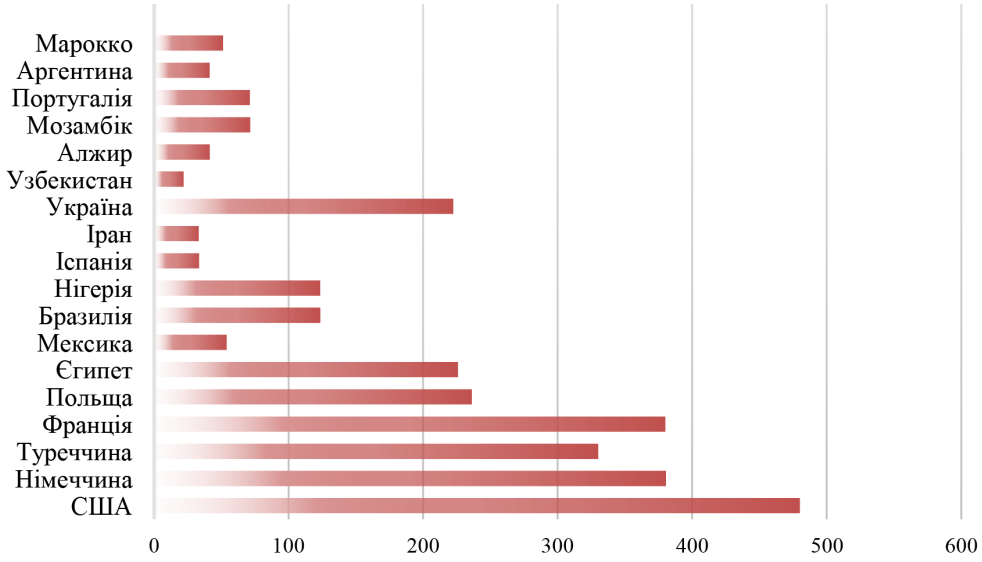


Рис. 1. Обсяги вирощування буряка у світі, тис. га

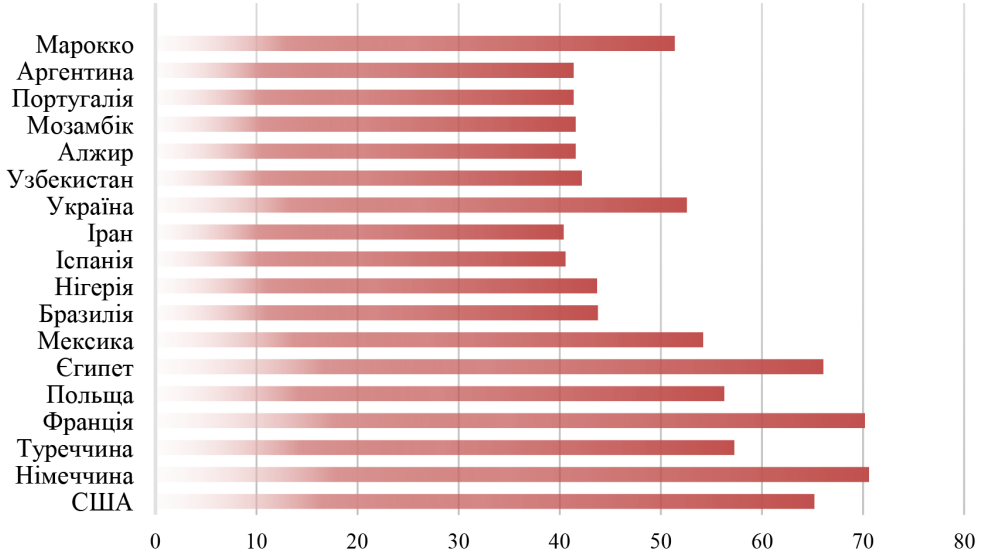


Рис. 2. Урожайність буряка столового у світі, т/га

агротехнологіями, умовами вирощування та ґрунтово-кліматичними особливостями (рис. 2).

У світовій практиці вирощування коренеплодів біопрепарати поступово стають важливим елементом агротехнологій. Вони застосовуються для підвищення родючості ґрунту, стимулювання росту рослин, поліпшення якості коренеплодів і зменшення негативного впливу хімічних добрив та пестицидів. Найбільш поширене використання мікробіологічних препаратів, що містять азотфіксуючі бактерії, фосфорно- та каліймобілізуючі мікроорганізми, а також мікоризоутворюючі

гриби. У країнах Європи, Північної Америки та Азії біопрепарати застосовують як для передпосівної обробки насіння, так і для підживлення вегетуючих рослин. Наприклад, у Німеччині та Франції великі господарства використовують бактеріальні та грибні препарати для столового буряка та моркви, що підвищує врожайність на 10–20 % та покращує якість продукції. У США біопрепарати здебільшого застосовуються в органічному виробництві коренеплодів, зокрема моркви, буряка та пастернаку, де вони допомагають зменшити залежність від мінеральних добрив. Застосування біопрепаратів у світі характеризується стабільним зростанням, що пов'язано із збільшенням попиту на органічну продукцію та екологічно чисті овочі. Біопрепарати не лише покращують ріст і розвиток коренеплодів, а й виконують фітомеліоративну функцію, сприяючи зменшенню накопичення токсичних елементів у ґрунті та підвищенню його родючості.

У аграрній науці та практиці біопрепарати розглядаються як ефективний спосіб підвищення родючості ґрунту, зменшення залежності від синтетичних добрив та покращення екологічної безпеки агровиробництва [14–15]. Їх застосовують у різних регіонах світу, що зокрема відображає тенденцію до зростання ринку біопрепаратів для сільського господарства в усьому світі. Це підтверджується низкою досліджень і експериментальних даних про позитивний вплив мікроорганізмів на розвиток коренеплідних культур і структуру продукції. У таблиці 1 наведено приклади основних культур (морква, буряк, редька та інші коренеплоди), типи використаних біопрепаратів, а також регіон їх використання.

Таблиця 1

Світова практика використання біопрепаратів у вирощуванні основних коренеплідних культур

Регіон / країна	Основні культури коренеплодів	Використовувані біопрепарати
Європа (Німеччина, Франція, Польща)	Буряк, морква, редька	Азотфіксуючі препарати, фосфоромобілізатори, мікоризоутворюючі препарати
Північна Америка (США, Канада)	Картопля, морква, буряк	Мікробіологічні інокулянти, мікоризоутворюючі препарати
Азія (Китай, Індія, Туреччина)	Морква, буряк, редька	Азотфіксуючі препарати, фосфорні та калійні біостимулятори
Латинська Америка (Бразилія, Аргентина)	Морква, буряк	Фітостимулятори та бактеріальні інокулянти

Встановлено спектр ефектів від застосування біопрепаратів у вирощуванні коренеплодів в різних дослідженнях. Хоча дані для конкретних культур (особливо буряка і картоплі) в деяких джерелах можуть бути обмежені, загальна тенденція полягає в підвищенні продуктивності коренеплодів при внесенні мікробних або мікробіологічних препаратів, що підтверджує їх ефективність у світових агротехнологіях.

Результати наукових досліджень щодо ефективності застосування біопрепаратів у технологіях вирощування коренеплідних культур у різних країнах світу свідчать про їх позитивний вплив на ріст і розвиток рослин, підвищення врожайності та якості коренеплодів, покращення агрохімічного стану ґрунту і зниження антропогенного навантаження на агроекосистеми. З наведених даних у наукоємних джерел інформації встановлено, що застосування мікробіологічних препаратів на

основі бактеріальних інокулянтів, мікоризоутворюючих грибів та біостимуляторів сприяє підвищенню врожайності коренеплодів у середньому на 10–25 % залежно від культури, штаму мікроорганізмів і ґрунтово-кліматичних умов [12–13]. Окрім збільшення врожайності, відзначається позитивний вплив біопрепаратів на ріст рослин, формування кореневої системи та якісні показники продукції [3, 5, 12]. Таким чином, узагальнення результатів, представлених у таблиці, свідчить про стійку світову тенденцію до розширення використання біопрепаратів у вирощуванні коренеплодів як ефективного й екологічно безпечного інструменту підвищення продуктивності та родючості ґрунтів.

Висновки. Використання біопрепаратів у технологіях вирощування коренеплідних культур є важливим напрямом розвитку сучасного екологічно орієнтованого землеробства. Біологічні препарати сприяють активізації ґрунтової мікрофлори, підвищенню доступності поживних елементів, покращенню росту і розвитку рослин та зменшенню залежності від мінеральних добрив. Світовий досвід показує, що застосування азотфіксуючих, фосфоро- та каліймобілізуючих мікроорганізмів, а також мікоризоутворюючих грибів у вирощуванні буряка столового та інших коренеплодів забезпечує стабільне підвищення врожайності та покращення якісних показників продукції. У країнах Європи, Північної Америки та Азії біопрепарати дедалі частіше інтегруються в інтенсивні та органічні технології вирощування овочевих культур. Аналіз тенденцій розвитку виробництва буряка столового в Україні та у світі свідчить, що подальше зростання продуктивності культури можливе за умови впровадження інноваційних агротехнологій, серед яких біопрепарати відіграють ключову роль. Водночас обмежувальними чинниками їх широкого застосування залишаються висока вартість, залежність ефективності від ґрунтово-кліматичних умов та недостатній рівень адаптації технологій вирощування. Отже, використання біопрепаратів у вирощуванні коренеплідних культур слід розглядати як перспективний інструмент підвищення продуктивності агроекосистем, поліпшення родючості ґрунтів і забезпечення екологічної безпеки овочевої продукції. Подальші дослідження мають бути спрямовані на наукове обґрунтування оптимальних систем застосування біопрепаратів з урахуванням регіональних особливостей вирощування буряка столового.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Fernández J. A., Belladonna M. E., Comezaña D. P., Contreras M. M., Current R. A. Trends in Organic Vegetable Crop Production. *Practices and Techniques Horticulturae.* 2022. Vol. 8(10). P. 893-905. https://doi.org/10.3390/horticulturae8100893

2. Сінченко В. М., Аскаров В. Р. Вплив мікродобрив та фунгіцидів на біологічні параметри та продуктивність цукрових буряків. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. 2016. Вип. 9. С. 58–61.

3. Majhi S., Mehata D., Shah D., Yadav N., Chaudhary P., Shah S., Timilsina U., Rijal P. Impact of organic and inorganic fertilizers on the growth and yield of Beetroot (Beta vulgaris L.) in the hilly region of Nepal. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*. 2024. Vol. 8(2). P. 242–250. https:// doi.org/10.31015/jaefs.2024.2.1

4. Palamarchuk I. I., Tsyhanska O. I., Matusyak M. V., Tsyhanskyi V. I. Growing table beets with the use of biological preparations in conditions of the right-bank foreststeppe of Ukraine. *Modern Phytomorphology*. 2022. Vol. 16. P. 21–27.

5. Jaskulska I., Jaskulski D., Kamieniarz J., Radziemska M., Brtnický M., Różniak E. Effect of Fungicide Protection of Sugar Beet Leaves (Beta vulgaris L.). Results of Many Years Experiments. *Agronomy*. 2023. Vol. 13(2). P. 346–354. https://doi.org/10.3390/agronomy13020346

6. Enchev S., Mehmed A., Kikindonov G. Effect of the organic and biodynamic fertilization on the productivity of sugar, fodder and table beets. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2020. Vol. 15, № 1. P. 317–321.

7. Сінченко В. М., Аскаров В. Р. Ефективність застосування мікродобрив та фунгіцидів проти хвороб листкового апарату на посівах буряків цукрових. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2017. Вип. 24. С. 121–126.

8. Роїк М. В., Присяжнюк О. І., Кононюк Н. О., Кулік О. Г. Особливості формування продуктивності гібридів буряків цукрових вітчизняної селекції. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020. Vol. 16, № 3. С. 277–283. https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.3.2020.214929

9. Tsvei Ya. P., Prysiazhniuk O. I., Horash O. S., Klymchuk O. V., Klymyshena R. I. and Shudrenko I. V. Effect of crop rotation and fertilization of sugar beet on the formation of maximum bioethanol yield. *Plant Archives*. 2020. Vol. 20. P. 268–274.

10. Присяжнюк О. І., Сонець Т. Д., Половинчук О.Ю., Коровко І.І. Комплексна оцінка сучасних гібридів цукрових буряків. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2016. № 24. С. 18–27.

11. Vdovenko S. A., Prokopchuk V. M., Palamarchuk I. I., Pantsyreva H. V. Effectiveness of the application of soil milling in the growing of the squash (*Cucurbita pepo var. giraumontia*) in the right-bank forest steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8, № 4. P. 1–5.

12. Vdovenko S. A., Palamarchuk I. I., Pantsyreva H. V., Alexeyev O. O., Vdovenko L. O. Energy efficient growing of red beet in the conditions of central forest steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8, № 4. P. 34–40.

13. Didur I., Vdovenko S., Tkachuk O., Palamarchuk I., Pantsyreva H., Chabaniuk Ya., Shkatula Yu., Zabarna T., Gucol G. Cultivation of tomatoes using mycorrhizal biological preparations. *Modern Phytomorphology*. 2024. Vol. 18. P. 133–138.DOI: 10.5281/zenodo.200121

14. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату. *Наукові горизонти*. 2020. № 2 (87). С. 89–101. DOI: https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-102-110

15. Палапа Н. В., Дем'янюк О. С., Нагорнюк О. М. Продовольча безпека України: стан та актуальні питання сьогодення. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 34–45. https://doi.org/10.33730/ 2077-4893.2.2022.263314

16. Амонс С. Е., Красняк О. П. Виробництво овочів в Україні: стан, проблеми та перспективи розвитку галузі. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. Вип. 2. С. 97–116.

17. Панцирева Г. В. Розробка біоорганічної технології вирощування сільськогосподарських культур за використання біодобрив, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин. *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С. 101–106. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.17

Дата першого надходження статті до видання: 13.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 13.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.853.69/631.58
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.17

ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ

Пелех Л. В. *– к.с.-г.н.,*
ст. викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0003-0967-2121
Онуфрійчук О. М. *– аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії,*
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0009-0001-7173-8729

Представлені результати досліджень з визначення впливу густоти стояння рослин соняшнику за обробки насіння біопрепаратами перед посівом на продуктивність соняшнику. Метою дослідження є встановлення особливостей формування продуктивності соняшнику під впливом густоти стояння рослин та елементів біологізації в умовах Лісостепу правобережного.

Традиційні технології вирощування соняшнику за зміни кліматичних умов потребують удосконалення із метою підвищення рівня рентабельності виробництва насіння. Досягти цього можна за допомогою оптимальних норм висіву, біологізації технології вирощування. За результатами вимірювань доведено, що в середньому по досліду максимальні показники діаметра кошику – 17,5–17,8 см відмічено за густоти стояння рослин 45 тис./га і бактеризації насіння. Кошики найбільшого діаметру рослин соняшнику за різних густот стояння рослин були відмічені у варіантах де насіння соняшнику перед посівом оброблялось бактеріальними препаратами в комплексі Меланоріз + Склероцид, при густоті стояння 45 тис./га – 17,8 см; 55 тис./га – 17,7 см і при густоті стояння рослин соняшнику 65 тис./га відповідно 15,5 см. Показники елементів продуктивності, такі як вага насіння з кошику та маса 1000 насінин, мали тісний позитивний зв'язок із діаметром кошику. Найбільші їх значення відзначено за густоти стояння рослин 45 тис./га і обробки насіння біопрепаратами перед посівом. Так, показники: маса 1000 насінин і ваги насіння з кошику були слідуючі: контрольний варіант (без препаратів) – 55,3–71,6 г, за обробки Меланорізом – 55,5–74,9 г, за обробки Склероцид – 55,6–75,8 г і найвищі за бактеризації насіння комплексно біопрепаратами Меланоріз + Склероцид – маса 1000 насінними 55,8 г, вага насіння з кошику – 78,5 г. Найбільша врожайність насіння соняшнику відмічена за густоти стояння рослин 55 тис./га і комплексної обробки насіння перед посівом біопрепаратами Меланоріз + Склероцид – 3,61 т/га, що більше за контрольний варіант (без обробки) на 0,35 т/га. Вміст олії в насінні соняшнику та вихід олії в середньому за роки досліджень був більшим за густоти стояння рослин 55 тис./га і бактеризації насіння перед посівом – 50,2–50,6 %, а вихід олії в межах 1,64–1,86 т/га. За густоти стояння рослин соняшнику 45 тис./га і 65 тис./га дані показники знизились і перебували майже на одному рівні. Отримані результати досліджень підтверджують вибір оптимальної густоти стояння рослин соняшнику – 55 тис./га із проведенням бактеризації насіння перед посівом біопрепаратами Меланоріз + Склероцид в нормі витрат (6,0 л/т + 5,0 л/т).

Ключові слова: *соняшник, насіння, бактеризація, густота стояння, урожайність, вміст олії.*

© Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Peleh L. V., Onufriychuk O. M. The influence of plant standing density on sunflower productivity

The results of studies on determining the effect of the density of sunflower plants during the treatment of seeds with biological preparations before sowing on the productivity of sunflowers are presented. The purpose of the study is to establish the peculiarities of the formation of sunflower productivity under the influence of the density of plants and elements of biologization in the conditions of the right-bank forest-steppe.

Traditional sunflower cultivation technologies under changing climatic conditions need improvement in order to increase the level of profitability of seed production. This can be achieved with the help of optimal sowing rates, biologization of cultivation technology. According to the results of the measurements, it was proved that, on average, according to the experiment, the maximum indicators of basket diameter – 17.5–17.8 cm were noted for plant standing densities of 45 thousand/ha and seed bacterization. Baskets of the largest diameter of sunflower plants at different plant standing densities were noted in variants where sunflower seeds were treated with bacterial preparations in the Melanoriz + Sclerocide complex before sowing, at a standing density of 45 thousand/ha – 17.8 cm; 55 thousand/ha – 17.7 cm and at a standing density of sunflower plants 65 thousand/ha respectively 15.5 cm. Performance element measures such as basket seed weight and 1000 seed weight had a close positive relationship with basket diameter. Their greatest importance was noted for the density of plants standing at 45 thousand/ha and treatment of seeds with biological preparations before sowing. Thus, the indicators: weight of 1000 seeds and weight of seeds from the basket were the following: control variant (without drugs) – 55.3–71.6 g, for treatment with Melanoriz – 55.5–74.9 g, for treatment with Sclerocide – 55.6–75.8 g and the highest for bacteriation of seeds with complex biological preparations Melanoriz + Sclerocide – weight 1000 seeds 55.8 g, weight of seeds from the basket – 78.5 g. The highest yield of sunflower seeds was noted for plant standing density of 55 thousand/ha and complex seed treatment before sowing with biological preparations Melanoriz + Sclerocide – 3.61 t/ha, which is 0.35 t/ha more than the control variant (without treatment). The oil content of sunflower seeds and oil yield averaged over the years of research was greater than the plant standing density of 55 k/ha and the seed bacterization before sowing – 50.2–50.6 %, and the oil yield within 1.64–1.86 t/ha. Due to the density of sunflower plants of 45 thousand/ha and 65 thousand/ha, these indicators decreased and were almost at the same level. The obtained research results confirm the choice of the optimal standing density of sunflower plants – 55 thousand/ha with the bacterization of seeds before sowing with biological preparations Melanoriz + Sclerocide at the rate of consumption (6.0 l/t + 5.0 l/t).

Key words: *sunflower, seeds, bacterization, standing density, productivity, oil content.*

Актуальність дослідження. Соняшник (*Helianthus annuus L.*) є однією з провідних олійних культур у світі та Україні і відіграє важливу роль у формуванні продовольчої та економічної безпеки країни.

Зростання світового попиту на соняшникову олію та супутні продукти її виробництва – шрот, макуху, лушпиння – переорієнтувало вітчизняних аграріїв на збільшення площі посівів соняшнику. В Україні соняшник займає п'яту частину всіх посівів. За останні роки його виробництво збільшилося на 24 %, а площі його вирощування збільшуються не тільки в Україні, але й у світі [1].

Автори Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н., Чехов А. В. та ін., [2] у своїй монографії відмічають, що у виробничих умовах середня врожайність соняшника становить приблизно 2,0 т/га насіння, що не більше 45–50 % від потенціальної врожайності. Основною причиною низьких показників урожайності соняшнику слід вважати не надмірне розширення його посівів, а порушення науково обґрунтованих сівозмін та недотримання елементів технології його вирощування.

Генетичний потенціал продуктивності соняшнику досить високий. Останні дослідження показують, що виведення нових високоврожайних сортів і гібридів, вдосконалення технологій вирощування соняшнику для конкретних кліматичних зон дозволяє забезпечити врожайність насіння на рівні 2,9–3,5 т/га [3], а за сприятливих погодних умов сучасні гібриди соняшнику здатні формувати врожайність на рівні 4,5–5,0 т/га із виходом олії 1,5–2,0 т/га [4].

Густота стояння соняшнику за зміни кліматичних умов розглядається як один з найбільш ефективних важелів управління урожайністю посівів, адже в окремих регіонах України врожайність соняшнику на 34 до 58 % залежить від кліматичних чинників [5, 6]. Неправильний розрахунок норм висіву може привести як до загущення посівів та нераціонального використання насіння, так і до їх надмірного зрідження.

Урожайність насіння соняшнику залежить не від окремих рослин, а від загальної продуктивності кожної рослини в агроценозі, тому оптимальна їх кількість, рівномірність розташування – основні агротехнологічні вимоги до формування високої врожайності та якості. Якщо забезпечити оптимальну густоту посіву, достатнє мінеральне живлення з біологізацією технології створюються найкращі умови для отримання запланованих урожаїв насіння соняшнику. Тому актуальним на даний час є пошук ефективних технологічних заходів при вирощуванні соняшнику в умовах Лісостепу правобережного.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливості вирощування соняшнику пов'язані з біологічними характеристиками, вимогами до зовнішнього середовища, використанням в промисловості та впливом на економіку. Висока адаптаційна здатність до грунтово–кліматичних умов дозволяє соняшнику займати в Україні провідне місце серед олійних культур. В більшості господарств збільшують площі соняшнику для зниження економічних збитків від можливих втрат урожаю інших сільськогосподарських культур. Не менш важливою частиною його вирощування слід вважати економічну складову.

Порівняно з іншими культурами, соняшник, має добре розвинену кореневу систему, яка здатна проникати у ґрунт на глибину понад 3 м, а в горизонтальному напрямку – до 1,5–1,7 м [7, 8]. Завдяки цьому, соняшник може повністю засвоювати вологу (і поживні речовини) з глибоких шарів ґрунту. Встановлено, що надмірна частка соняшнику в структурі посівних площ (понад 15 %) призводить до висушування ґрунту, збіднення на поживний режим, що негативно впливає на врожайність наступних культур [9].

Науковець Піньковський Г. В. [10] вважає, що рівень урожайності насіння соняшнику великою мірою залежить від густоти посіву. Оптимальною вважається густота, за якої створені належні умови для росту і розвитку кожної рослини. Густоту посіву соняшнику потрібно встановлювати з урахуванням сорту або гібрида, ґрунтово-кліматичної зони, погодних умов року, показників запасів вологи в метровому шарі ґрунту на час сівби. Чим менші запаси вологи в ґрунті, тим менша повинна бути густота стояння рослин.

Під час визначення впливу густоти стояння рослин на продуктивність гібридів соняшнику встановлено, що найвищу врожайність вони формували за норми висіву 60 тис./га. Однак серед гібридів прослідковувалася різна реакція на площу живлення. Гібрид Конді високі показники продуктивності забезпечував за норм висіву 50 і 60 тис/га – 3,10 і 3,54 т/га відповідно, а за збільшення до 70 тис./га урожайність порівняно з 50 і 60 тис./га зменшилась на 9 % і 24 % відповідно [11].

Велика кількість рослин на одиниці площі не призведе до підвищення врожайності насіння соняшнику. Крім того, загущення буде сприяти формуванню насіння з низькою масою, що негативно в подальшому позначиться на його зберіганні та переробці [12].

Для інтенсифікації кореневого живлення сільськогосподарських культур сьогодні пропонується низка заходів, серед яких перспективним вважається застосування біологічних препаратів на основі агрономічно корисних мікроорганізмів

[13]. Про доцільність використання біопрепаратів МікоХелп та Органік-баланс для обробки по листу рослин соняшника свідчить підвищення урожайності (на 4,0–9,2 %) та зниження ураження культури хворобами. Для обробки посівів проти хвороб та підвищення продуктивності соняшника найбільш ефективним є варіант з обробкою посівів біопрепаратом МікоХелп на фоні внесення у ґрунт Органік-баланс біодеструктор, використання якого сприяє збільшенню урожайності у середньому на 14,7 % (0,35 т/га) до контролю без застосування біопрепаратів [14].

Метою дослідження є встановлення особливостей формування продуктивності соняшнику під впливом густоти стояння рослин та елементів біологізації в умовах Лісостепу правобережного.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили у 2024–2025 роках на полях ФГ «Флора А. А.» у Тульчинському районі, Вінницької області. Сівбу гібриду соняшнику Сурелі (середньостиглий), проводили за температури ґрунту 10–12 °С з густотою стояння рослин 45, 55, 65 тис./га. Перед посівом соняшнику проводили обробку насіння біопрепаратами Меланоріз, 6,0 л/т і Склероцид, 5,0 л/т окремо і в композиції.

За кліматичними умовами регіон проведення досліджень є придатним для культивування гібридів соняшнику різних груп стиглості. Ґрунти середньо забезпечені гумусом, з показником – 2,61 %. Вміст в орному шарі ґрунту рухомого фосфору – 78 мг/кг ґрунту, що згідно нормативів відноситься до середнього його вмісту. Забезпеченість ґрунтів обмінним калієм висока і становить 137 мг/кг ґрунту, pH сольове – 5,7.

Технологія вирощування соняшнику відповідала загальноприйнятим агротехнічним заходам для Лісостепової зони України, за винятком досліджуваних факторів. Попередник – озима пшениця. Після збирання попередника проводилось лущення стерні. Зяблеву оранку здійснювали у жовтні плугом ПЛН-8-35 на глибину 23–25 см. Мінеральні добрива вносились під зяблеву оранку у розрахунку $N_{32}P_{32}K_{32}$. Рано навесні поле боронували, потім проводили основну культивацію на глибину12 см, та передпосівну – на глибину 6 см.

У період повної стиглості визначалися показники біологічної врожайності та її структура: кількість насінин у кошику, вага 1000 насінин, насіннєва продуктивність однієї рослини. Для цього з кожної повторності відбиралося по 10 кошиків [15]. Збирання і облік урожаю соняшнику проводили шляхом обмолоту комбайном Кейс всієї облікової площі рослин з усіх варіантів досліду, приведенням до стандартної вологості 8 % і перерахунком на гектар.

Результати та обговорення. Під впливом густоти стояння рослин і бактеріальної обробки насіння соняшнику перед посівом змінювались показники елементів продуктивності гібридів соняшнику. Чим вища густота стояння, тим менший розмір кошиків і навпаки. За результатами вимірювань доведено, що в середньому по досліду максимальні показники діаметра кошику – 17,5–17,8 см відмічено за густоти стояння рослин 45 тис./га і бактеризації насіння. За густоти стояння рослин 55 тис./га діаметр кошиків був меншим на 0,1–0,2 см, за густоти стояння 65 тис./га діаметр кошиків був меншим на 0,3–0,5 см відповідно. Кошики найбільшого діаметру рослин соняшнику за різних густот стояння рослин були відмічені у варіантах де насіння соняшнику перед посівом оброблялось бактеріальними препаратами в комплексі Меланоріз + Склероцид, при густоті стояння 45 тис./га – 17,8 см; 55 тис./га – 17,7 см і при густоті стояння рослин соняшнику 65 тис./га відповідно 15,5 см (табл. 1).

Показники елементів продуктивності, такі як вага насіння з кошику та маса 1000 насінин, мали тісний позитивний зв’язок із діаметром кошику. Найбільші

їх значення відзначено за густоти стояння рослин 45 тис./га і обробки насіння біопрепаратами перед посівом. Так, показники: маса 1000 насінин і ваги насіння з кошику були слідуючі: контрольний варіант (без препаратів) – 55,3–71,6 г, за обробки Меланорізом – 55,5–74,9 г, за обробки Склероцид – 55,6–75,8 г і найвищі за бактеризації насіння комплексно біопрепаратами Меланоріз + Склероцид – маса 1000 насінними 55,8 г, вага насіння з кошику – 78,5 г. Найвиші показники вага насіння з кошику і маса 1000 насінин для усіх густот стояння рослин соняшнику відзначено за обробки насіння бактеріальними препаратами до посіву у композиції Меланоріз + Склероцид.

Таблиця 1

Вплив густоти стояння рослин на елементи продуктивності соняшнику (середнє за 2024–2025 рр.)

Густота стояння рослин, тис./га (А)	Біопрепарати (В)	Діаметр кошику, см	Вага насіння з кошику, г	Маса 1000 насінин, г
45	Контроль (без препаратів)	17,5	71,6	55,3
	Меланоріз*	17,6	74,9	55,5
	Склероцид*	17,7	75,8	55,6
	Меланоріз + Склероцид	17,8	78,5	55,8
55	Контроль (без препаратів)	17,3	63,4	54,8
	Меланоріз*	17,4	66,5	54,9
	Склероцид*	17,5	68,1	55,0
	Меланоріз + Склероцид	17,7	70,2	55,2
65	Контроль (без препаратів)	17,0	48,6	53,2
	Меланоріз*	17,2	50,5	53,3
	Склероцид*	17,3	51,0	53,4
	Меланоріз + Склероцид	17,5	52,5	53,6

Примітка * Обробка насіння: Меланоріз, 6,0 л/т; Склероцид, 5,0 л/т

Аналіз урожайності соняшнику протягом років досліджень за різними варіантами густоти стояння рослин соняшнику та обробки насіння біопрепаратами дозволив виявити різницю щодо реакції гібриду соняшнику на застосовані елементи технології вирощування культури.

В середньому за роки досліджень залежно від густоти стояння рослин та бактеризації насіння соняшнику врожайність соняшнику мала такі показники: за густоти стояння рослин 45 тис./га – 3,01–3,30, за 55 тис./га – 3,26–3,61, за найвищої густоти 65 тис./га відповідно – 2,95–3,19 т/га. Найбільша врожайність насіння соняшнику відмічена за густоти стояння рослин 55 тис./га і комплексної обробки насіння перед посівом біопрепаратами Меланоріз + Склероцид – 3,61 т/га, що більше за контрольний варіант (без обробки) на 0,35 т/га (табл. 2).

Основним показником продуктивності соняшнику є вихід насіння та олії з одиниці площі, який залежить від продуктивності агроценозу соняшнику. Умовний збір (вихід) олії з гектару є розрахунковим та залежить від рівня сформованої врожайності насіння і вмісту в ньому (у ядрах) жиру. Вміст олії в насінні соняшнику та вихід олії в середньому за роки досліджень був більшим за густоти

стояння рослин 55 тис./га і бактеризації насіння перед посівом – 50,2–50,6 %, а вихід олії в межах 1,64–1,86 т/га. За густоти стояння рослин соняшнику 45 тис./га і 65 тис./га дані показники знизились і перебували майже на одному рівні.

Таблиця 2

Врожайність насіння соняшнику за дії бактеризації насіння та густота стояння рослин (середнє за 2024–2025 рр.)

Густота стояння рослин, тис./га (А)	Біопрепарати (В)	Урожайність, т/га	Олійність, %	Вихід олії, т/га
45	Контроль (без препаратів)	3,01	49,4	1,49
	Меланоріз*	3,15	49,6	1,56
	Склероцид*	3,19	49,8	1,59
	Меланоріз + Склероцид	3,30	50,3	1,66
55	Контроль (без препаратів)	3,26	50,2	1,64
	Меланоріз*	3,42	50,4	1,72
	Склероцид*	3,50	50,6	1,77
	Меланоріз + Склероцид	3,61	51,4	1,86
65	Контроль (без препаратів)	2,95	49,2	1,45
	Меланоріз*	3,07	49,4	1,52
	Склероцид*	3,10	49,6	1,54
	Меланоріз + Склероцид	3,19	50,0	1,60

Примітка * Обробка насіння: Меланоріз, 6,0 л/т; Склероцид, 5,0 л/т

Обробка насіння біопрепаратами сприяла збільшенню умовного виходу з гектару олії порівняно з контролем (без препаратів). Проведені розрахунки засвідчують про позитивний вплив досліджуваного елементу технології на якісні показники отриманого насіння соняшнику.

Висновки. Проведені дослідження показали, що формування продуктивності соняшнику визначається за умов густоти стояння рослин та проведення бактеризації насіння перед посівом.

Кошики найбільшого діаметру рослин соняшнику за різних густот стояння рослин були відмічені у варіантах де насіння соняшнику перед посівом оброблялось бактеріальними препаратами в комплексі Меланоріз + Склероцид, при густоті стояння 45 тис./га – 17,8 см; 55 тис./га – 17,7 см і при густоті стояння рослин соняшнику 65 тис./га відповідно 15,5 см.

Найвиші показники вага насіння з кошику і маса 1000 насінин для усіх густот стояння рослин соняшнику відзначено за обробки насіння бактеріальними препаратами до посіву у композиції Меланоріз + Склероцид.

Найбільша врожайність насіння соняшнику відмічена за густоти стояння рослин 55 тис./га і комплексної обробки насіння перед посівом біопрепаратами Меланоріз + Склероцид – 3,61 т/га, що більше за контрольний варіант (без обробки) на 0,35 т/га.

Вміст олії в насінні соняшнику та вихід олії в середньому за роки досліджень був більшим за густоти стояння рослин 55 тис./га і бактеризації насіння перед посівом – 50,2–50,6 %, а вихід олії в межах 1,64–1,86 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Талавиря М., Полюхович В., Берча О. Експорт соняшникової олії в Україні та світі. *Євроінтеграція України та економічна безпека держави*. 2022. Вип. 1(28). С. 142–149.

2. Олійні культури України : монографія / Гаврилюк М. М. та ін. ; за ред. А. В. Чехова. К. : Основа, 2007. 416 с.

3. Melnyk A., Akuaku J., Makarchuk A. State and prospects of sunflower production in Ukraine. *Agrofor*. 2017. Vol. 2, № 3. P. 116–123 URL: https://doi.org/10.7251/AGRENG1703116M

4. Кузнецова І. В., Доморощенкова М. Л. Переробка насіння соняшнику для отримання харчового білку. *Масложировий комплекс*. 2020. № 3. С. 22–23.

5. Орлов О. Топ чинників, які лімітують врожайність соняшнику. *Агроном*. 2020. URL: http://www.agronom.com.ua/top-chynnykiv-yakilimituyut-vrozhajnist-sonyashnyku (дата звернення: 10.12. 2025).

6. Debaeke P., Casadebaig P., Langlade N. B. New challenges for sunflower ideotyping in changing environments and more ecological cropping systems. *Oilseeds and fats, crops and lipids*. 2021. Vol. 28, № 29. 23 p. URL: https://doi.org/10.1051 /ocl/2021016

7. Ткаліч І. Д., Гирка А. Д., Бочевар О. В., Ткаліч Ю. І. Агротехнічні заходи підвищення урожайності насіння соняшника в умовах Степу України. *Зернові культури*. 2018. № 1. С. 44–52.

8. Dehtiarova Z., Kudria S., Kudria N., Khasianov D. Influence of sunflower saturation on productivity of short-term crop rotations. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LXV, № 1, 2022. С. 274–282.

9. Цилюрик О., Десятник Л., Судак В. Оптимальна концентрація соняшнику в сівозмінах. *Агрономія сьогодні*. 2016. URL: http://agrobusiness.com.ua/agro/ahronmiia-sohodni/item/631-optymalna-kontsentrats iasoniashnyku-v-sivoz minakh.html (дата звернення: 10.12. 2025).

10. Піньковський Г. В. Вплив строків сівби та густоти стояння соняшнику на водний режим грунту в Правобережному лісостепу України. *НУБіБ. Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Вип. 10. № 2. С. 34–40.

11. Mokrienko V. V, Antonov B. D, Chepurny E. A, Mokrienko V. A (2021) Formation of optimal pre–harvest density of standing sunflower. V International scientificpractical online conference “Innovations in education, science and production” dedicated to the 100th anniversary of the establishment of fsp.

12. Гудзь В. П. Шувар І. А., Юник А. В. Адаптивні системи землеробства. К : Центр учбової літератури, 2014. 336 с.

13. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях (науково-практичні рекомендації) / за ред. В. В. Волкогона. Київ, 2015. 248 с.

14. Власюк О. С., Квасніцька Л. С., Войтова Г. П. Ефективність біопрепаратів проти хвороб соняшника у Правобережному Лісостепу. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2023. Вип. 37. С. 81–88. DOI: https://doi.org/10.35868/1997-3004.37.81-88

15. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Вища школа, 1994. 334 с.

Дата першого надходження статті до видання: 30.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.15:631.531.04
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.18

ВПЛИВ БІОСТИМУЛЯТОРІВ ТА СУСПЕНЗІЙ МІКРОВОДОРОСТЕЙ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ КОРІАНДРУ ПОСІВНОГО (CORIANDRUM SATIVUM L.)

Петренко С. О. *– к.с.-г.н., доцентка,*
провідний науковий співробітник відділу інтродукції та селекції малопоширених плодових, декоративних та ароматичних рослин,
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-1334-6313
Грабовецька О. А. *– к.б.н.,*
завідувач відділу інтродукції та селекції малопоширених плодових, декоративних та ароматичних рослин,
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-0010-3320
Поздняков В. Ю. *– аспірант відділу інтродукції та селекції малопоширених плодових, декоративних та ароматичних рослин,*
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0009-0003-1416-1833

У статті наведено результати досліджень впливу біостимуляторів та суспензій мікроводоростей на посівні якості насіння коріандру посівного (Coriandrum sativum L.) в умовах Південного Степу України. Дослідження проводили упродовж 2023–2025 рр. із використанням біостимуляторів Біонорма Антистрес, Фітомаре, суспензій зелених мікроводоростей (Chlorella sp., Scenedesmus sp.) та ціанобактерії Nostoc sp., які застосовували як окремо, так і в комбінованих варіантах передпосівної обробки насіння.

Установлено, що біостимулятори суттєво впливали на енергію проростання, лабораторну та польову схожість насіння коріандру. У контрольному варіанті енергія проростання становила 68–71 %, лабораторна схожість – 76–78 %, польова схожість – 60–62 %. Застосування суспензій зелених мікроводоростей підвищувало енергію проростання до 75–78 %, лабораторну схожість – до 84–86 %, а польову схожість – до 67–70 %. Обробка насіння біостимулятором Біонорма Антистрес забезпечувала зростання енергії проростання до 77–79 %, лабораторної схожості – до 86–88 %, польової – до 70–72 %.

Найвищі показники посівних якостей зафіксовано у комбінованих варіантах застосування біостимуляторів і суспензій мікроводоростей. Зокрема, енергія проростання досягала 80–82 %, лабораторна схожість – 88–90 %, польова схожість – 73–75 %, що перевищувало контрольні значення на 12–15 % і було статистично достовірним за $НІР_{0,05}$.

Отримані результати свідчать про високу ефективність біостимуляторів та мікроводоростей у покращенні посівних якостей насіння коріандру посівного та підтверджують доцільність їх використання у технологіях передпосівної підготовки насіння в умовах Південного Степу України.

Ключові слова: *коріандр посівний, насіння, посівні якості, енергія проростання, лабораторна схожість, польова схожість, біостимулятори, мікроводорості.*

© Петренко С. О., Грабовецька О. А., Поздняков В. Ю., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Petrenko S. O., Hrabovetska O. A., Pozdniakov, V. Yu. Effect of Biostimulants and microalgae suspensions on Seed Quality of Coriander (Coriandrum sativum L.)

The paper presents the results of research on the effect of biostimulants and microalgae suspensions on seed quality parameters of coriander (Coriandrum sativum L.) under the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. The experiments were conducted during 2023–2025 using biostimulants Bionorma Antistress and Phytomare, suspensions of green microalgae (Chlorella sp., Scenedesmus sp.), and the cyanobacterium Nostoc sp., applied individually and in combined variants as pre-sowing seed treatments.

The results showed that biostimulants significantly influenced seed germination energy, laboratory germination, and field emergence of coriander. In the control treatment, germination energy ranged from 68 to 71 %, laboratory germination from 76 to 78 %, and field emergence from 60 to 62 %. Application of green microalgae suspensions increased germination energy to 75–78 %, laboratory germination to 84–86 %, and field emergence to 67–70 %. Seed treatment with the biostimulant Bionorma Antistress resulted in higher values, with germination energy reaching 77–79 %, laboratory germination 86–88 %, and field emergence 70–72 %.

The highest seed quality parameters were recorded in combined treatments of biostimulants and microalgae suspensions. In these variants, germination energy reached 80–82 %, laboratory germination 88–90 %, and field emergence 73–75 %, exceeding the control by 12–15 %. These differences were statistically significant according to $LSD_{0.05}$.

The obtained results confirm the high efficiency of biostimulants and microalgae suspensions in improving seed quality of coriander and substantiate the feasibility of their use in pre-sowing seed treatment technologies under the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.

Key words: *coriander, seed quality, germination energy, laboratory germination, field emergence, biostimulants, microalgae.*

Постановка проблеми. Коріандр посівний (Coriandrum sativum L.) є цінною ефіроолійною, пряно-смаковою та медоносною культурою, яка набуває все більшого значення в умовах півдня України завдяки високій посухостійкості, короткому вегетаційному періоду та широким можливостям використання продукції. Водночас реалізація потенційної продуктивності коріандру значною мірою залежить від якості посівного матеріалу, зокрема енергії проростання, лабораторної схожості, сили росту та вирівняності сходів.

В умовах кліматичних змін, характерних для Південного Степу України, насіння коріандру часто формується за дії стресових факторів, таких як високі температури, дефіцит вологи та різкі коливання погодних умов у період наливу й достигання. Це негативно позначається на фізіолого-біохімічному стані насіння, знижуючи його посівні якості та польову схожість. У зв'язку з цим актуальним є пошук екологічно безпечних та економічно доцільних прийомів передпосівної обробки насіння, спрямованих на підвищення його життєздатності.

Останніми роками значну увагу приділяють застосуванню біостимуляторів природного походження, зокрема препаратів на основі мікроводоростей та ціанобактерій. Суспензії зелених мікроводоростей (Chlorella vulgaris, Scenedesmus obliquus) характеризуються високим вмістом біологічно активних речовин – фітогормонів, амінокислот, вітамінів, полісахаридів та мікроелементів, які здатні активізувати процеси проростання та початкового росту проростків. Окреме місце серед біологічних агентів посідає Nostoc – представник ціанобактерій, який проявляє стимулювальний та антистресовий ефекти на насіння за рахунок синтезу екзополісахаридів і біологічно активних метаболітів.

Поряд із цим у виробництві застосовують комерційні біопрепарати антистресової та біостимулюючої дії, зокрема «Біонорма Антистрес» та «Фітомаре», ефективність яких щодо посівних якостей насіння коріандру в умовах півдня України вивчена недостатньо. Особливої уваги потребує оцінка як окремого, так

і комбінованого застосування біопрепаратів та суспензій мікроводоростей, що може забезпечити синергетичний ефект.

Незважаючи на наявність окремих досліджень, питання впливу біостимуляторів різного походження на енергію проростання, лабораторну схожість і морфометричні показники проростків насіння коріандру посівного залишається недостатньо висвітленим, особливо з урахуванням сортових особливостей та ґрунтово-кліматичних умов Південного Степу України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасних умовах інтенсифікації землеробства та посилення впливу абіотичних стресових чинників особлива увага приділяється пошуку екологічно безпечних способів підвищення посівних якостей насіння сільськогосподарських культур. Одним із перспективних напрямів є застосування біостимуляторів природного походження, зокрема препаратів і суспензій на основі мікроводоростей та ціанобактерій [1, 2].

За даними сучасних зарубіжних досліджень, екстракти та суспензії зелених мікроводоростей (Chlorella, Scenedesmus) характеризуються високою біологічною активністю завдяки наявності фітогормонів (ауксинів, цитокінінів, гіберелінів), амінокислот, полісахаридів, вітамінів і мікроелементів. Установлено, що передпосівна обробка насіння такими препаратами сприяє прискоренню процесів імбібиції, активізації ферментних систем і підвищенню енергії проростання та лабораторної схожості у зернових, зернобобових та олійних культур [3].

Низка авторів відзначає, що застосування мікроводоростей як біостимуляторів забезпечує не лише збільшення відсотка пророслого насіння, а й формування більш розвиненої кореневої системи на початкових етапах органогенезу. Це пов'язують із регуляцією гормонального балансу проростків та підвищенням антиоксидантної активності, що особливо важливо за умов дефіциту вологи та підвищених температур [4, 5, 6].

Окрему групу біологічних агентів становлять ціанобактерії, зокрема Nostoc, які здатні синтезувати біологічно активні метаболіти та екзополісахариди. За результатами експериментальних досліджень, передпосівна обробка насіння препаратами на основі ціанобактерій сприяє підвищенню схожості та сили росту проростків, а також посиленню адаптаційних механізмів рослин до абіотичних стресів [7].

Останні наукові публікації також акцентують увагу на доцільності комбінованого застосування біостимуляторів, зокрема поєднання мікроводоростей із антистресовими або біологічними препаратами. Такі комбінації забезпечують синергетичний ефект, що проявляється у більш суттєвому зростанні енергії проростання, лабораторної схожості та морфометричних показників проростків порівняно з окремим використанням препаратів [8].

Вітчизняні дослідження [9], виконані на зернових і технічних культурах, підтверджують позитивний вплив біопрепаратів на посівні якості насіння, однак кількість робіт, присвячених коріандру посівному, залишається обмеженою. Наявні публікації здебільшого зосереджені на агротехнічних прийомах вирощування або формуванні врожайності, тоді як питання передпосівної обробки насіння біостимуляторами, особливо на основі мікроводоростей і ціанобактерій, вивчені недостатньо.

Крім того, у більшості наявних досліджень відсутній системний аналіз впливу комбінованих біопрепаратів на комплекс показників посівної якості насіння з урахуванням сортових особливостей та ґрунтово-кліматичних умов Південного Степу України. Це зумовлює необхідність проведення цілеспрямованих досліджень,

спрямованих на наукове обґрунтування ефективності біостимуляторів та суспензій мікроводоростей у технологіях передпосівної підготовки насіння коріандру посівного.

Таким чином, аналіз сучасних наукових публікацій свідчить про актуальність і перспективність досліджень, спрямованих на вивчення впливу біостимуляторів та суспензій мікроводоростей на посівні якості насіння коріандру, що й зумовило напрями та завдання проведених експериментальних досліджень.

Метою досліджень було встановити вплив біостимуляторів та суспензій мікроводоростей на посівні якості насіння коріандру посівного (Coriandrum sativum L.) шляхом оцінки енергії проростання, лабораторної схожості та показників початкового росту проростків.

Методика досліджень. Дослідження з вивчення впливу біостимуляторів та суспензій мікроводоростей на посівні якості насіння коріандру посівного (Coriandrum sativum L.) проводили у 2023–2025 рр. Насіння формувалося в умовах Південного Степу України. Об'єктом досліджень був сорт коріандру посівного Оксаніт (для окремого циклу – сорт Нектар). Для лабораторних досліджень використовували кондиційне насіння коріандру з вологістю 8,5–9,5 %, вирівняне за фракціями, без механічних пошкоджень. Перед закладанням досліду насіння очищали та калібрували відповідно до вимог чинних стандартів.

Дослід закладали за повністю рандомізованою схемою у чотирьох повтореннях. Площа облікової проби визначалася відповідно до методичних рекомендацій для лабораторних досліджень.

У схемі досліду передбачали такі варіанти передпосівної обробки насіння:

Контроль – насіння без обробки.

Суспензія зелених мікроводоростей (Chlorella vulgaris + Scenedesmus obliquus).

Nostoc (ціанобактерія).

Біонорма Антистрес.

Фітомаре.

Суспензія зелених мікроводоростей + Біонорма Антистрес.

Суспензія зелених мікроводоростей + Фітомаре.

Nostoc + Біонорма Антистрес.

Суспензії мікроводоростей та біопрепарати застосовували шляхом зволоження насіння робочими розчинами з подальшим підсушуванням до сипучого стану за температури 2022 °С.

Посівні якості насіння визначали відповідно до ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості» та загальноприйнятих методик.

Оцінювали такі показники: енергія проростання, % (на 4-ту добу пророщування); лабораторна схожість, % (на 7-му добу); довжина корінця проростка, см; довжина гіпокотиля, см; сила росту насіння, %. Пророщування проводили у термостаті за температури 20 ± 1 °С на зволоженому фільтрувальному папері. У кожному повторенні пророщували по 100 насінин. Довжину корінця та гіпокотиля визначали шляхом вимірювання 20 типових проростків у кожному повторенні з використанням штангенциркуля та лінійки з точністю до 0,1 см. За результатами вимірювань обчислювали середні значення показників.

Експериментальні дані обробляли методом дисперсійного аналізу з використанням загальноприйнятих статистичних методів. Достовірність різниці між варіантами визначали за найменшою істотною різницею ($НІР_{0,05}$). Результати вважали статистично значущими за рівня ймовірності $p \leq 0,05$.

Польові дослідження проводили в умовах Південного Степу України на дослідних ділянках аграрного підприємства Селянського господарства «В.В. Плакущенко» Роздільнянського району Одеської області в рамках завдання 05.00.01.16П «Удосконалення технології вирощування технічних культур у кліматично орієнтованому землеробстві» № ДР 0124U0001638.

Виклад основного матеріалу дослідження. В роботі представлені результати польових та лабораторних експериментів, проведених у 2023–2025 рр. Результати багаторічних досліджень свідчать, що передпосівна обробка насіння коріандру посівного біостимуляторами та суспензіями мікроводоростей істотно впливала на формування посівних якостей насіння (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив біостимуляторів та суспензій мікроводоростей на посівні якості насіння коріандру посівного (Coriandrum sativum L.), сорт Оксаніт (середнє за 2023–2025 рр.)

Варіант обробки	Енергія проростання, % (4-та доба)	Лабораторна схожість, % (7-ма доба)	Довжина коріння, см	Довжина гіпокотиля, см	Сила росту насіння, %
Контроль (без обробки)	72,4	84,3	4,8	3,9	68,7
Суспензія зелених мікроводоростей (Chlorella + Scenedesmus)	78,6	89,5	5,6	4,4	74,9
Nostoc	77,9	88,7	5,4	4,3	73,8
Біонорма Антистрес	79,4	90,1	5,7	4,5	76,1
Фітомаре	76,8	87,9	5,3	4,2	72,4
Зелені мікроводорості +Біонорма Антистрес	83,1	93,2	6,1	4,8	80,6
Зелені мікроводорості + Фітомаре	80,2	91,0	5,8	4,6	77,5
Nostoc + Біонорма Антистрес	81,6	92,1	5,9	4,7	78,9
$НІР_{0,05}$	2,1	2,4	0,3	0,2	2,8

У контрольному варіанті енергія проростання насіння сорту Оксаніт у середньому за роки досліджень становила 72,4 %, що є типовим показником для насіння, сформованого в умовах Південного Степу України.

Застосування суспензії зелених мікроводоростей (Chlorella vulgaris + Scenedesmus obliquus) сприяло підвищенню енергії проростання до 78,6 %, що на 6,2 % перевищувало контроль. Обробка насіння Nostoc окремо забезпечила зростання показника до 77,9 %.

Серед біопрепаратів найбільш виражений ефект проявив препарат Біонорма Антистрес, за якого енергія проростання досягала 79,4 %, що перевищувало контроль на 7,0 %. Використання препарату Фітомаре забезпечувало підвищення енергії проростання до 76,8 %.

Найвищі показники енергії проростання відмічено за комбінованого застосування біостимуляторів. Поєднання суспензії зелених мікроводоростей із препаратом Біонорма Антистрес забезпечило зростання енергії проростання до

83,1 %, що на 10,7 % більше порівняно з контролем і перевищувало $HIP_{0,05}$ (2,1 %). Комбінація Nostoc з Біонорма Антистрес також була ефективною – 81,6 %.

Лабораторна схожість насіння у контрольному варіанті становила в середньому 84,3 %. Застосування окремих біостимуляторів сприяло підвищенню цього показника на 3,2–6,8 %. За обробки насіння суспензією зелених мікроводоростей лабораторна схожість зростала до 89,5 %, а за використання Nostoc – до 88,7 %. Препарат Біонорма Антистрес забезпечував підвищення лабораторної схожості до 90,1 %, тоді як Фітомаре – до 87,9 %.

Максимальні значення лабораторної схожості зафіксовано у варіантах із комбінованим застосуванням препаратів. Поєднання суспензії зелених мікроводоростей з Біонорма Антистрес забезпечило схожість на рівні 93,2 %, що на 8,9 % перевищувало контроль і було статистично достовірним ($HIP_{0,05}$ = 2,4 %).

Передпосівна обробка насіння біостимуляторами позитивно впливала на морфометричні показники проростків. Довжина корінця у контрольному варіанті становила 4,8 см, тоді як за застосування суспензії зелених мікроводоростей цей показник зростав до 5,6 см, а за комбінованої обробки з Біонорма Антистрес – до 6,1 см. Довжина гіпокотиля у контрольному варіанті складала 3,9 см, тоді як у варіантах із комбінованими обробками досягала 4,6–4,8 см, що свідчить про підвищення сили росту насіння.

Таблиця 2

Вплив біостимуляторів та суспензій мікроводоростей на посівні якості насіння коріандру посівного (Coriandrum sativum L.), (середнє за 2020–2025 рр.)

Варіант обробки	Енергія проростання, % (4-та доба)	Лабораторна схожість, % (7-ма доба)	Довжина корінця, см	Довжина гіпокотиля, см	Сила росту насіння, %
сорт Оксаніт					
Контроль (без обробки)	70,1	82,6	4,6	3,8	66,2
Суспензія зелених мікроводоростей (Chlorella + Scenedesmus)	76,9	88,4	5,4	4,3	72,8
Nostoc	76,1	87,6	5,2	4,2	71,6
Біонорма Антистрес	77,8	89,0	5,5	4,4	74,1
Фітомаре	74,9	86,8	5,1	4,1	70,5
Зелені мікроводорості +Біонорма Антистрес	81,5	92,1	5,9	4,7	78,3
Зелені мікроводорості + Фітомаре	78,7	90,2	5,6	4,5	75,6
Nostoc + Біонорма Антистрес	80,2	91,3	5,7	4,6	76,9
$HIP_{0,05}$	2,0	2,3	0,3	0,2	2,6

Результати досліджень свідчать (табл. 2), що сорт Нектар загалом характеризувався дещо нижчими базовими посівними якостями порівняно із сортом Оксаніт, що проявилося у контрольному варіанті. Так, енергія проростання насіння без обробки становила 70,1 %, а лабораторна схожість – 82,6 %.

Передпосівна обробка насіння біостимуляторами та суспензіями мікроводоростей сприяла істотному поліпшенню всіх досліджуваних показників. Застосування суспензії зелених мікроводоростей (Chlorella + Scenedesmus) підвищувало енергію проростання до 76,9 %, що на 6,8 % перевищувало контроль. Аналогічний ефект забезпечувала обробка Nostoc – 76,1 %.

Серед окремих біопрепаратів найвищу ефективність проявив препарат Біонорма Антистрес, за якого енергія проростання досягала 77,8 %, а лабораторна схожість – 89,0 %, що достовірно перевищувало контроль ($HIP_{0,05}$ = 2,0–2,3 %).

Найбільш виражений позитивний ефект отримано за комбінованого застосування біостимуляторів. Поєднання суспензії зелених мікроводоростей з препаратом Біонорма Антистрес забезпечило максимальні значення енергії проростання – 81,5 %, лабораторної схожості – 92,1 % та сили росту насіння – 78,3 %, що відповідно на 11,4; 9,5 та 12,1 % перевищувало контрольний варіант.

Покращення посівних якостей супроводжувалося інтенсифікацією початкового росту проростків. Довжина корінця зростала з 4,6 см у контролі до 5,9 см за комбінованої обробки, а довжина гіпокотиля – з 3,8 до 4,7 см, що свідчить про підвищення сили росту та життєздатності проростків.

Загалом отримані результати підтверджують високу ефективність комбінованого застосування біопрепаратів та суспензій мікроводоростей для підвищення посівних якостей насіння коріандру сорту Нектар, особливо в умовах Південного Степу України.

Отримані результати підтверджують, що застосування біостимуляторів та суспензій мікроводоростей активізує фізіологічні процеси проростання насіння коріандру, сприяє швидшому формуванню дружних сходів і підвищує адаптаційний потенціал культури на ранніх етапах органогенезу, що є особливо важливим для умов півдня України.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження показали, що передпосівна обробка насіння коріандру посівного (Coriandrum sativum L.) біостимуляторами та суспензіями мікроводоростей суттєво підвищує посівні якості насіння у порівнянні з контролем.

Енергія проростання насіння сорту Оксаніт у контрольному варіанті становила 72,4 %, а сорту Нектар – 70,1 %. Застосування суспензій зелених мікроводоростей та біопрепаратів забезпечувало збільшення енергії проростання до 83,1 % (Оксаніт) і 81,5 % (Нектар) у комбінованих обробках, що перевищувало контроль на 10–12 % і було статистично достовірним ($HIP_{0,05}$ = 2,0–2,1 %).

Лабораторна схожість у контрольному варіанті становила 84,3 % для Оксаніт і 82,6 % для Нектар. Максимальні значення спостерігалися за комбінованих обробок суспензії зелених мікроводоростей з Біонорма Антистрес – 93,2 % (Оксаніт) і 92,1 % (Нектар).

Морфометричні показники проростків (довжина корінця та гіпокотиля) також підвищувалися під дією біостимуляторів. Довжина корінця проростка збільшувалася до 6,1 см (Оксаніт) та 5,9 см (Нектар), довжина гіпокотиля – до 4,8 см і 4,7 см відповідно, що свідчить про покращення сили росту насіння та життєздатності проростків.

Найбільш ефективним виявилося комбіноване застосування суспензії зелених мікроводоростей із препаратом Біонорма Антистрес, яке забезпечувало синергетичний ефект та максимальні значення всіх показників посівних якостей.

Обробка насіння Nostoc окремо також підвищувала енергію проростання та лабораторну схожість, проте ефект був дещо меншим, ніж у комбінаціях із Біонорма Антистрес.

Результати досліджень підтверджують, що використання біостимуляторів та суспензій мікроводоростей є ефективним та екологічно безпечним заходом підвищення посівних якостей насіння коріандру в умовах Південного Степу України, що забезпечує рівномірні та дружні сходи, поліпшує життєздатність проростків і створює передумови для підвищення продуктивності культури на ранніх етапах росту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бараболя О. В., Пащенко І. В. Вплив строків сівби та мікродобрив на продуктивність сої в умовах лісостепу України. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. 2023. Вип. 132. С. 10–20.
2. Конопльов О. В. Вплив мінерального живлення на продуктивність коріандру сортів Янтар та Нектар. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2004. № 1. С. 53–55.
3. Козелець Г. М., Іщенко В. А. Сортові та агротехнічні особливості підвищення продуктивності коріандру в умовах Північного степу України. Наукові доповіді НУБІП, 2013-1 (37). URL: http://nd.nubip.edu.ua/2013_1/13kgm.pdf. (дата звернення: 15.12.2022).
4. Манушкіна Т. М., Леонова Т. М., Кібко Т. В. Вплив біопрепаратів на ріст і розвиток рослин, урожайність та якість коріандра посівного в умовах зміни клімату. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (Миколаїв, 3–5 жовтня 2018 року). Миколаїв, 2018. С. 22–24.
5. Поздняков В. Ю., Грабовецька О. А., Петренко С. О. Вплив біопрепаратів на стресостійкість та підвищення врожайності і якості ефіроолійної сировини коріандру. *Селекція агрокультур в умовах змін клімату: напрями та пріоритети* : зб. матеріалів доп. учасн. IV Міжнар. наук.-практ. конф. Одеса : Одеса. 2025. С. 122–125. DOI : https://www.doi.org/10.32782/12092025
6. Строяновський В. С., Хоміна В. Я., Гаврилюк В. Б. Продуктивність ефіроолійних культур родини Apiaceae залежно від технологічних факторів. Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика: зб. тез доп. Міжнародної наукової Інтернет-конференції (Тернопіль, 20 листопада 2019 р.). Тернопіль: ТНЕУ, 2019. С. 187–188.
7. Уланич О. І., Філонова О. М. Інноваційні елементи технології вирощування коріандру посівного. *Наукові доповіді НУБіП*. 2011. № 3 (25). URL. : http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2011_3/11uoi.pdf7.
8. Шевніков М. Я. Кулібаба М. Ю. Урожайність та якість насіння сої залежно від строків сівби і використання біопрепаратів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 3. С. 41–44.
9. Хоміна В. Я. Обґрунтування елементів технології вирощування коріандру посівного (coriander savitum) в умовах Лісостепу Західного. Техніка і технології АПК. № 3. С. 16–19.

Дата першого надходження рукопису до видання: 30.01.2026
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації:

УДК 712:635.1/7
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.19

ОЦІНКА ДЕКОРАТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР У ЛАНДШАФТНОМУ ДИЗАЙНІ (ЛИСТЯНІ, ПЛОДОВІ ТА ПРЯНО-АРОМАТИЧНІ ГРУПИ)

Піддубна А. М. *– д.філос. з агрономії,*
ст. викладач кафедри лісового та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-0204-1338

Сучасне місто, орієнтоване на сталість, дедалі більше потребує рішень, що поєднують урбаністичні підходи з локальними продовольчими системами. Індустріалізація виробництва харчів послабила безпосередній зв'язок між мешканцями та джерелами їжі, тому актуалізується потреба повернути харчові рослини в міський простір і відновити взаємодію людини з місцевими ресурсами. У цьому контексті концепція їстівних ландшафтів розглядається як напрям, що формується під впливом ідей екологізації способу життя та відповідального споживання.

Їстівне озеленення (edible landscaping) передбачає практичну інтеграцію харчових рослин у декоративні насадження, де вони виконують подвійну функцію – естетичну й утилітарну. До таких рішень належать різні за масштабом і типом композиції – від невеликих змішаних квітників і модульних гряд до громадських зелених зон із елементами міського садівництва, що призначені насамперед для споживання на місці, а не для комерційного виробництва. Використання овочевих, пряно-ароматичних і плодово-декоративних культур у ландшафтному дизайні дає змогу підсилити виразність насаджень завдяки різноманіттю форми, фактури та забарвлення, а також створює додаткові соціально-економічні й оздоровчі переваги.

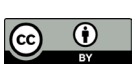
У межах цієї статті акцент зроблено на оцінюванні декоративного потенціалу їстівних культур і визначенні підходів до їх добору та розміщення у відкритому ґрунті з урахуванням сезонної динаміки, композиційних ролей і базових вимог до вирощування та догляду. Показано, що їстівні ландшафти можуть мати розширене функціональне призначення, зокрема виконувати екологічні, терапевтичні та інтерактивні функції, а також інші супутні ролі. Основні переваги їх створення обґрунтовано як підвищення ефективності використання міського простору, можливість облаштування на ділянках із малородючими ґрунтами, спрощення догляду за рослинами за рахунок застосування штучних конструкцій, а також упровадження автоматизованих систем для контролю температури й вологості субстрату, освітлення та внесення підживлень.

Ключові слова: *їстівне озеленення; ландшафтний дизайн; овочеві культури; композиції відкритого ґрунту, мангольд, фізаліс, базилік, чебрець.*

Piddubna A. M. Assessment of the Ornamental Potential of Vegetable Crops in Landscape Design (Leafy, Fruiting, and Culinary-Aromatic Groups)

A modern sustainability-oriented city increasingly requires solutions that integrate urban planning approaches with local food systems. The industrialization of food production has weakened the direct connection between residents and food sources, which makes it important to bring food plants back into urban space and restore people's interaction with local resources. In this context, the concept of edible landscapes is viewed as a growing direction shaped by ideas of greener lifestyles and responsible consumption.

Edible landscaping involves the practical integration of food plants into ornamental plantings, where they perform a dual function – both aesthetic and functional. Such solutions include compositions of different scales and types, ranging from small mixed flowerbeds and modular raised beds to public green spaces with elements of urban gardening intended primarily for on-site use



© Піддубна А. М. 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

rather than commercial production. The use of vegetable, culinary-aromatic, and fruit-ornamental crops in landscape design enhances the visual expressiveness of plantings through diversity of form, texture, and color, while also providing additional socio-economic and health benefits.

Within this article, the focus is placed on assessing the ornamental potential of edible crops and defining approaches to their selection and placement in open-ground plantings, taking into account seasonal dynamics, compositional roles, and basic requirements for cultivation and maintenance. It has been shown that edible landscapes can have an expanded functional purpose, including ecological, therapeutic, and interactive functions, as well as other related roles. The main advantages of creating such landscapes are substantiated as improved efficiency of urban space use, the possibility of establishing them on sites with low-fertility soils, simplified plant maintenance through the use of artificial structures, and the implementation of automated systems to control substrate temperature and moisture, lighting, and fertilization.

Key words: *edible landscaping; landscape design; vegetable crops; open-ground compositions; Swiss chard; physalis; basil; thyme.*

Актуальність теми дослідження. Ландшафти служать багатьом цілям, включаючи середовище існування дикої природи, підтримку запилювачів та естетику. Використання різноманітних їстівних рослин додає їм ще більшої цінності.

Їстівний ландшафтний дизайн передбачає використання рослин, які можна їсти, таких як фрукти, овочі, ягоди, трави, горіхи, їстівні квіти та декоративні рослини, для створення привабливого дизайну. Їстівні сади додають краси та функціональності ландшафту, пропонують унікальні варіанти для столу та мають багато інших переваг.

Їстівні рослини пасують до будь-якого стилю саду та можуть включати від 1 % до 100 % їстівних рослин. Сталий розвиток ландшафтів відрізняється від традиційних ландшафтів. Вони розроблені для збереження води, живлення ґрунтових організмів, забезпечення їжею корисних комах та зменшення використання добрив і хімікатів, як органічних, так і неорганічних. Їстівні ландшафти складаються з широкого розмаїття рослин з їстівними плодами, квітами, стеблами або листям.

Постановка проблеми. Інтеграція овочевих культур у ландшафтний дизайн у сучасній літературі описується термінами edible landscaping, або ж їстівне озеленення і трактується як поєднання естетичної функції насаджень із отриманням харчової продукції. У систематичному багатомовному огляді підкреслено, що єдиного визначення їстівного озеленення не сформовано, однак спільною ознакою в більшості робіт є одночасна присутність харчової та естетичної складових [1, с. 113].

Історично ідея декоративно-продуктивних насаджень пов'язується з традиціями декоративного городу, де овочі й пряно-ароматичні рослини використовують як композиційні елементи поряд із квітами й декоративними культурами. Сучасні узагальнення наголошують, що їстівне озеленення є давньою практикою, яка переживає оновлення в контексті сталого розвитку міст і запиту на локальну їжу [2, с. 120].

У практичних керівництвах із ландшафтного проєктування їстівних насаджень ключовим принципом є збереження цілорічної декоративності, що потребує продуманого підбору культур із різною сезонністю та використання каркасу композиції (доріжки, опори, контейнери, структурні багаторічники). Дизайн-правила для їстівних і суто декоративних ландшафтів загалом подібні, але їстівний варіант має специфічні виклики через коротший життєвий цикл багатьох овочів і зміну вигляду протягом сезону [3, с. 640].

Окремий напрям публікацій присвячений орнаментальним овочевим садам: у них наголошують на використанні овочевих культур як декоративних елементів завдяки різноманіттю кольору та фактури листків, застосуванню ритму повторів і групових посадок, а також на доцільності поєднання овочів із квітковими та пряно-ароматичними рослинами в єдиній композиції [4, с. 121].

Для популяризації та проєктних рішень значущий пласт становлять книги, орієнтовані на їстівний ландшафт як дизайн-підхід. Зокрема, у праці Р. Крізі систематизовано принципи добору їстівних видів і сортів як декоративних (форма крони, фактура, колір, сезонність) і наведено приклади інтеграції овочів у композиції присадибних територій [5, с. 358]. Також часто в літературі демонструється можливість використання їстівних культур у вхідній зоні з акцентом на композиційні прийоми та візуальну якість [6, с. 24–25].

Їстівне озеленення дедалі активніше впроваджується в різних містах світу й поступово інтегрується в практику сталого міського планування та урбан-дизайну. За своїми функціями їстівні ландшафти подібні до інших зелених просторів, оскільки формують багатовимірний ефект – екологічний, економічний, оздоровчий, соціальний і культурний. Досвід реалізації таких проєктів свідчить, що їстівні насадження можуть органічно доповнювати житлові території, громадські сади й систему міських зелених зон [6, с. 23; 7, с. 28].

Концептуально їстівні ландшафти спрямовані на відновлення присутності харчових рослин у міському середовищі та посилення зв'язку мешканців із локальними продовольчими ресурсами, що підтримує здоровіші моделі харчування і повсякденного життя. Окрему цінність становить їхній освітній потенціал: міські мешканці різного віку отримують можливість на практиці ознайомитися з вирощуванням овочів і фруктів та краще зрозуміти походження харчових продуктів. Це особливо важливо для дітей і молоді, які зростають у середовищі, дедалі більш віддаленому від сільськогосподарських ландшафтів і традицій виробництва їжі [8, с. 125; 9, с. 200].

Крім того, участь у догляді за їстівними насадженнями створює умови для спільної діяльності й комунікації, поєднуючи дозвілля, емоційне відновлення та помірну фізичну активність. Водночас їстівне озеленення забезпечує спосіб підтримати й розширити функції міських зелених територій, додаючи до них ще й продуктивний компонент – отримання врожаю. У ширшому розумінні такі системи узгоджуються з принципами екологічного дизайну, за умови органічно орієнтованого догляду вони можуть розглядатися як один із найперспективніших напрямів розвитку міського озеленення [10, с. 20].

Важливо, що окремі дослідження перевіряють не лише естетичні, а й агрономічні параметри в ландшафтних рішеннях. Наприклад, у статті в *Horticulturae* порівнювали продуктивність і якість овочів за різних конструктивних рішень (підняті гряди різної висоти та ґрунтовий рівень) в умовах присадибного домашнього саду, що дає підстави обговорювати дизайн як фактор, який може впливати на результат вирощування [11, с. 18]. Таким чином, сучасна література дозволяє обґрунтувати використання овочевих культур у ландшафтному дизайні як самостійну проєктну стратегію, що поєднує композиційні принципи (форма, колір, фактура, сезонність) із функціональною продуктивністю та потенційними екологічними ефектами.

Сталі їстівні ландшафти не мають розмежувальних ліній між грядками – декоративні рослини, овочі, фрукти та трави вирощуються разом. Їстівні рослини додають ландшафту кольору, аромату, текстури, форми та варіацій висоти та розміру рослин, а також приваблюють багатьох запилювачів та корисних комах. Таке збільшення кількості корисних комах може призвести до зменшення потреби у використанні пестицидів [10, с. 15; 12, с. 159]. Такі ландшафти сприятливі для диких тварин, забезпечуючи їжу для птахів, метеликів, бджіл та ссавців. Ці ландшафти постійно змінюються, оскільки однорічні їстівні рослини видаляються, а ці ділянки засаджуються новими сільськогосподарськими культурами чи іншими їстівними рослинами.

Найпопулярнішими овочевими культурами, які використовуються в їстівному озелененні є листяні, плодові та пряно-ароматичні. Листяні овочеві культури є однією з найзручніших груп для інтеграції в ландшафтні композиції, оскільки їхня декоративність формується насамперед за рахунок стійкого впродовж сезону листкового апарату. На відміну від культур, у яких декоративний ефект пов'язаний переважно з плодами або короткотривалим цвітінням, листяні забезпечують тривалу візуальну присутність у квітнику чи декоративному городі. Їх активно використовують для створення кольорових плям, фактурних контрастів і чітких ритмічних повторів, а також як перехід між домінантами та акцентами. Важливою перевагою цієї групи є й широкий сортовий спектр, що дозволяє добирати рослини за кольором (зелені, сизі, бордові, варієгатні форми), текстурою (гладкі, гофровані, розсічені листки) та типом росту (компактна розетка, напіввертикальна або розлога форма) [11, 13, с. 204].

Серед листяних культур особливе місце посідає *мангольд (Beta vulgaris var. cicla)*, який вважають однією з найперспективніших рослин для їстівного ландшафту завдяки поєднанню високої декоративності й практичної цінності. Його головний декоративний ресурс – контраст між великою листковою пластинкою та виразними черешками і жилкуванням, що можуть бути білими, жовтими, рожевими або червоними (залежно від сорту). Така колірна різноманітність робить мангольд ефективним як акцентна культура у змішаних посадках, особливо в композиціях, де потрібно підтримати колірний ритм без надмірної кількості квіткових видів [14, с. 159].

За архітектонікою мангольд формує потужну розетку середньої або значної висоти, добре читається в масиві й доречний у ролі структурного елемента середнього плану. У декоративних посадках його застосовують як кольоровий акцент (1–3 рослини), ритмічний повтор (групи з 3–7 рослин для створення ліній), фонову масу у модульних грядах декоративного городу.

Практично цінною рисою мангольду є те, що його декоративний ефект зберігається за умови регулярного прибирання старих листків і підтримання рівномірного, але не надмірного зволоження. У композиціях відкритого ґрунту він добре поєднується з пряно-ароматичними бордюрами (наприклад, чебрецем) і квітковими супутниками, які підсилюють контраст фактури та кольору (календула, чорнобривці, цинія). Загалом мангольд можна розглядати як універсальну культуру, що одночасно виконує роль декоративного акценту та продуктивної їстівної рослини, підтримуючи ідею ландшафту, де естетика поєднується з функціональністю [15, с. 613].

Поряд із листяними культурами, декоративність яких визначається насамперед кольором і фактурою листків, у їстівному ландшафті важливу роль відіграють плодові овочеві рослини. Їхня виразність формується вже не лише за рахунок вегетативної маси, а й завдяки квіткам і плодам, що створюють сезонні акценти, підсилюють колірну палітру композиції та забезпечують ефект живої динаміки насаджень від середини літа до пізньої осені. Саме плодові культури часто використовують як домінанти або акцентні точки – у контейнерах, на передньому плані біля доріжок, у центральних частинах міксбордерів чи в декоративних городах, де важливо поєднати естетику з практичною продуктивністю.

Серед плодових культур особливо цікавим об'єктом для ландшафтного застосування є *фізаліс (Physalis spp.)*, який поєднує харчову цінність із виразними декоративними ознаками. Його характерною особливістю є плід, укритий розрослою чашечкою, що утворює своєрідний ліхтарик [16, с. 150]. Завдяки цьому фізаліс забезпечує стійкий візуальний ефект у період плодоношення і добре працює як сезонний акцент у композиціях відкритого ґрунту. Залежно від виду й сорту

фізаліс може виконувати різні композиційні ролі: від яскравої акцентної плями в декоративному городі до структурного елемента середнього плану в змішаних квітниках, де його плоди підкреслюють осінню палітру насаджень[17, с. 255].

Листяні та плодові овочеві культури формують основний об'єм і сезонні акценти композиції, але також важливим компонентом декоративно-продуктивних насаджень є пряно-ароматичні трави. Їхня цінність полягає не лише в господарському використанні, а й у здатності підсилювати ландшафт завдяки дрібнішій текстурі листків, чіткій формі куртини, тривалому декоративному ефекту та вираженому аромату. У композиціях відкритого ґрунту такі культури часто виконують роль бордюру, заповнювача переднього плану або ланки між домінантами, створюючи візуальну завершеність і сенсорну привабливість посадок.

Серед пряно-ароматичних рослин особливо перспективним для ландшафтного використання є *базилік (Ocimum basilicum)*. Завдяки компактній формі та добре керованому росту він придатний для ритмічних повторів у бордюрах і модульних грядах, а також для формування невеликих плям у змішаних квітниках. Декоративність базиліку визначається насамперед густотою листкової маси, формою кущика та варіативністю забарвлення від світло-зеленого до темно-пурпурового у певних сортотипів, що дає змогу використовувати його як кольоровий і фактурний акцент на передньому або середньому плані. Додатковим аргументом на користь базиліку є аромат, який підсилює смаковий образ композиції та робить такі насадження особливо доречними біля доріжок, терас або зон відпочинку [18].

Не менш цінним видом для декоративно-продуктивних композицій є *чебрець (Thymus spp.)*, який відзначається щільним низькорослим габітусом і добре проявляє себе як ґрунтопокривна рослина. Його доцільно застосовувати для бордюрного оформлення клумб і гряд, заповнення переднього плану, а також у кам'янистих елементах і вздовж мощення, де він формує акуратний килим і зберігає декоративність завдяки дрібному листю та періоду цвітіння. Чебрець є особливо вдалим рішенням у зонах, де потрібна підвищена посухостійкість і мінімізація догляду; у композиційному сенсі він створює спокійний фон, який підкреслює більш крупнолисті або яскравоплідні компоненти [19, 20].

Таким чином, пряно-ароматичні трави, зокрема базилік і чебрець, формують у насадженні важливий структурний та сенсорний рівень: базилік працює як керований листковий акцент із вираженим ароматом, тоді як чебрець забезпечує стабільну декоративність у ролі бордюру або ґрунтопокривної рослини, підсилюючи цілісність і композиційну завершеність їстівних квітників і декоративних городів.

На рис. 1 зображено приклад оформлення декоративно-продуктивної композиції, де використали фізаліс (*Physalis* sp.) як плодово-декоративний акцент, мангольд (*Beta vulgaris* var. *cicla*) та салат-латук (*Lactuca sativa*) як листяні структурні елементи, базилік (*Ocimum basilicum*) і чебрець (*Thymus* spp.) як пряно-ароматичні культури, квіткові супутники – чорнобривці (*Tagetes* spp.), цинія (*Zinnia elegans*), космея (*Cosmos bipinnatus*), лаванда (*Lavandula angustifolia*), алісум морський (*Lobularia maritima*) – для підсилення декоративності та приваблення запилювачів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Їстівне озеленення доцільно розглядати як інтеграцію харчових рослин у декоративні насадження, де вони поєднують естетичну та функціональну роль. У таких композиціях найчастіше застосовують листяні, плодові та пряно-ароматичні культури: листяні забезпечують тривалий декоративний ефект і формують фактурні контрасти та ритм, плодові створюють сезонні акценти, а пряно-ароматичні – структурний і ароматичний компонент. Мангольд (*Beta vulgaris* var. *cicla*) вирізняється високою декоративністю

Рис. 1. Приклад декоративно-продуктивної композиції їстівного квітника у відкритому ґрунті

завдяки контрасту листкової пластинки та забарвлених черешків, тоді як фізаліс (*Physalis* spp.) є виразним плодово-декоративним акцентом у період плодоношення через характерні плоди. Базилік (*Ocimum basilicum*) доцільно використовувати для ритмічних повторів і кольорових плям, а чебрець (*Thymus* spp.) – як ґрунтопокривний елемент переднього плану й обрамлення ділянок із підвищеною потребою в дренуванні.

Під час добору культур варто узгоджувати їх за вимогами до освітлення, вологи та ґрунту, передбачати мікрозонування поливу сухіший край для чебрецю, рівномірніше зволоження для мангольду й фізалісу, висаджувати рослини групами для виразного ритму та передбачати регулярний догляд для естетики, тобто видалення старих та пошкоджених листків, формування, мульчування для охайного вигляду. Перспективним напрямом подальших досліджень є бальна оцінка декоративності різних сортів і уточнення оптимальних схем змішаних посадок у відкритому ґрунті для умов конкретного регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Yang L., Shen Y., & Ma J. Discussion on edible landscape in the beautiful rural landscape planning. *Modern Horticulture*. 2020. Vol. 43(1), P. 112–114. https://doi.org/10.14051/j.cnki.xdyy.2020.01.052
2. Çelik F. The Importance of Edible Landscape in the Cities. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*. 2017. № 5(2). P. 118-124. DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i2.118-124.957
3. Clucas B., Parker I. D., & Feldpausch-Parker A. M. A systematic review of the relationship between urban agriculture and biodiversity. *Urban Ecosystems*, 2018. № 21(4), P. 635–643. DOI: https://doi.org/10.1007/s11252-018-0748-8
4. Ornamental Vegetable Gardens. URL: https://yardandgarden.extension.iastate.edu/how-to/ornamental-vegetable-gardens (дата звернення 11.01.2026)
5. Creasy R. Edible landscaping: now you can have your gorgeous garden and eat it too! *2nd ed. San Francisco : Sierra Club Books*, 2010. 409 p. ISBN 978-1578051540
6. Мирончук К. В., Гуцул Т. В., Смага І. С. Історичні та сучасні особливості розвитку й класифікації декоративних городів. *Науковий вісник НЛТУ України* 2025. № *35*(5), 23-31. DOI: https://doi.org/10.36930/40350503

7. Zeunert J. Eating the landscape: aesthetic foodscape design and its role in Australian landscape architecture. *AILA 2011: Papers from the Australian Institute of Landscape Architects National Conference*. 2011. P. 1–34.

8. Коноваленко О. В. Роль зелених насаджень у формуванні екологічного каркасу міських територій. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2018. Т. 28, № 1. С. 120–127.

9. Soler I, Summa A. The Edible Front Yard: The Mow-Less, Grow-More Plan for a Beautiful, Bountiful Garden. Portland. *Timber Press*. 2011. 220 p.

10. Zheng Z. W., Chou R. J. Promoting the Development of Edible Landscapes in Suburban Areas with Place Branding. A Case Study in Taiwan. *Land*. 2023. Vol. 12, № 6. Art. 1237. P. 1-20. DOI: 10.3390/land12061237

11. Istrate A. M. R., Cojocariu M., Teliban G.-C., Cojocaru A., Stoleru V. Quality and Yield of Edible Vegetables from Landscape Design. *Horticulturae*. 2023. Vol. 9, № 6. Art. 615. DOI: 10.3390/horticulturae9060615

12. Razanov S., Piddubna A., Gucol G., Symochko L., Kovalova S., Bakhmat M., Bakhmat O. Estimation of heavy metals accumulation by vegetables in agroecosystems as one of the main aspects in food security. International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES). 2022. Vol. 12 (3). 159–164. DOI: https://doi.org/10.31407/ijees12.320

13. Dydiv A., Piddubna A., Gucol G., Vradii O., Zhylishchych Yu., Titarenko O., Razanova A., Odnosum H., Postoienko D., Kerek S. Accumulation of Lead and Cadmium by Vegetables at Different Levels of Gray Forest Soil Moistening in the Conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. 24(10). P. 198–204. DOI: https://doi.org/10.12911/22998993/170291

14. Lakitan B., Susilawati S., Wijaya A., Ria R. P., Muda S. A. Leaf blade growth and development in red, pink, and yellow petiole cultivars of the Swiss chards grown in floating culture system. *Jordan Journal of Biological Sciences*. 2023. Vol. 16, № 1. P. 157–164. DOI: 10.54319/jjbs/160119

15. Mzoughi Z., Chahdoura H., Chakroun Y., Cámara M., Fernández-Ruiz V., Morales P., Mosbah H., Flamini G., Snoussi M., Majdoub H. Wild edible Swiss chard leaves (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*): Nutritional, phytochemical composition and biological activities. *Food Research International*. 2019. Vol. 119. P. 612–621. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.10.039

16. Вдовенко С. А. Вирощування фізалісу мексиканського в умовах відкритого грунту: Монографія / Вдовенко С. А., Полутін О. О., Вдовенко Л. О. Вінниця: ТОВ «Друк», 2022. 168 с.

17. Vdovenko S. A., Polutin O. O., Kostiuk O. O., Kutovenko V. B., Vdovychenko I. P. Productivity of organic tomatillo grown in the open ground under conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Volume 8. № 3. P. 254–258.

18. Azizah N. S., Irawan B., Kusmoro J., Safriansyah W., Farabi K., Oktavia D., Doni F., Miranti M. Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.) – A Review of Its Botany, Phytochemistry, Pharmacological Activities, and Biotechnological Development. *Plants*. 2023. Vol. 12, № 24. Art. 4148. DOI: 10.3390/plants12244148

19. Thymus vulgaris. URL: https://plants.ces.ncsu.edu/plants/thymus-vulgaris/?utm_source (дата звернення 14.01.2026).

20. Вирощування чебрецю повзучого в саду. Електронний ресурс: URL: https://agromarket.net/ua/news/gardening/vyrashchivanie_timyana_polzuchego_v_sadu/ (дата звернення 16.01.2026).

Дата першого надходження статті до видання: 15.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 13.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.111.1:631.547
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.20

ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ ТА БІОПРЕПАРАТІВ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Правдива Л. А. *– д.с.-г.н.,*
доцент кафедри рослинництва та цифрових технологій в агрономії,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-5510-3934
Михайлюк Д. В. *– аспірант кафедри рослинництва та цифрових технологій в агрономії,*
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0009-0000-1027-1670

У статті наведено результати досліджень щодо фотосинтетичної продуктивності рослин пшениці озимої, а саме площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу залежно від норм висіву та обробки насіння і посівів біопрепаратами. Дослідження проводились впродовж 2022–2025 років в умовах Навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ) – зона Правобережного Лісостепу України. Грунт – чорнозем звичайний. Дослід трьохфакторний: фактор А –сорт, фактор В – норма висіву, фактор С – застосування біопрепаратів (передпосівна обробка насіння, посівів). Дослід закладався за методом систематичних повторювань: у кожному повторенні варіанти досліду розміщувалися по ділянках послідовно. Повторюваність дослідів – чотириразова. Передпосівну обробку насіння здійснювали методом вологої інокуляції.

Встановлено, що площа листкової поверхні пшениці озимої сортів Зоря ланів та Лісова пісня в дослідах залежала від сортових особливостей, норм висіву насіння, та застосування біопрепаратів. Так, у сорту Зоря ланів площа листкової поверхні, у перерахунку на гектар, максимуму сягала у фазі колосіння, і за норм висіву 5,0, 5,5 та 6,0 млн шт./га в середньому по досліду становила 61,0, 62,1 та 63,6 тис. м^2/га. У сорту Лісова пісня відповідно 58,0, 58,4 та 61,1 тис. м^2/га.

Найвищим фотосинтетичний потенціал був у варіанті де застосовували регулятор росту з обробкою насіння та посівів і залежно від норм висіву у сорту Зоря ланів був в межах від 2,15 до 2,24 млн м^2 × діб/га, у сорту Лісова пісня – від 2,14 до 2,24 млн м^2 × діб/га.

Чиста продуктивність фотосинтезу максимуму сягала у варіанті з обробкою насіння та посівів регулятором росту і становила 5,3 та 5,6 г/м^2 за добу у сорту Зоря ланів й 5,4 та 5,8 г/м^2 за добу у сорту Лісова пісня.

Ключові слова: *пшениця озима, сорт, норма висіву насіння, біопрепарати, площа листкової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу.*

Pravdyva L. A., Mykhailiuk D. V. Photosynthetic productivity of winter wheat depending on the sowing rates of seeds and biological products in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

The article presents the results of research on the photosynthetic productivity of winter wheat plants, namely the leaf surface area, photosynthetic potential and net photosynthesis productivity depending on the sowing rates and treatment of seeds and crops with biological products. The research was conducted during 2022–2025 in the conditions of the Educational and Production Center of the Bila Tserkva National Agrarian University (BNAU) – the zone of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The soil is ordinary black soil. The experiment is three-factorial: factor A – variety, factor B – sowing rate, factor C – application of biological products (pre-sowing

© Правдива Л. А., Михайлюк Д. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

treatment of seeds, crops). The experiment was set up using the method of systematic repetitions: in each repetition, the experiment variants were placed in the plots sequentially. The repeatability of the experiments was fourfold. Pre-sowing seed treatment was carried out by the method of wet inoculation.

It was established that the leaf surface area ofwinter wheat varieties Zorya Laniv and Lisova Pisnya in the experiments depended on varietal characteristics, seed sowing rates, and the use of biological products. Thus, in the Zorya Laniv variety, the leaf surface area, calculated per hectare, reached a maximum in the earing phase, and at sowing rates of 5.0, 5.5 and 6.0 million pcs./ha, the average for the experiment was 61.0, 62.1 and 63.6 thousand m2/ha. In the Lisova Pisnya variety, respectively, 58.0, 58.4 and 61.1 thousand m^2/ha.

The highest photosynthetic potential was in the variant where a growth regulator was used with seed and crop treatment and, depending on the seeding rates, in the Zorya Laniv variety it was in the range from 2.15 to 2.24 million m^2 × day/ha, in the Lisova Pisnya variety – from 2.14 to 2.24 million m^2 × day/ha.

The net photosynthesis productivity reached its maximum in the variant with seed and crop treatment with a growth regulator and was 5.3 and 5.6 g/m^2 per day in the Zorya Laniv variety and 5.4 and 5.8 g/m^2 per day in the Lisova Pisnya variety.

Key words: *winter wheat, variety, seeding rate, biological products, leaf surface area, net photosynthesis productivity.*

Постановка проблеми. Пшениця озима була і залишається стратегічним підгрунтям зернового господарства України, забезпечуючи понад половину валового збору зерна при 40 % структури посівів. Однак спостерігається суттєвий розрив між генетичним потенціалом сучасних сортів та фактичними показниками врожайності. Подолання такого технологічного розриву, а саме збільшення врожайності та підвищення якісних показників зерна є пріоритетним вектором розвитку вітчизняного агропромислового комплексу [1, 2].

Традиційно селекція пшениці озимої базувалась на зростанні врожайності, покращенні технологічних показників зерна, підвищенні стійкості до вилягання та вдосконаленні морфологічної структури рослин [3, 4]. Водночас показники фотосинтетичної продуктивності рослин тривалий час залишалися поза увагою дослідників. Однак поява сучасного інструментарію дозволила вченим інтегрувати вивчення процесів фотосинтезу в сучасні селекційні програми [5].

Класичні технології вирощування озимої пшениці базуються на інтенсифікації агротехнічних заходів, зокрема широкому застосуванні мінеральних добрив та хімічних засобів захисту. Такий підхід орієнтований на максимально повну реалізацію генетичного потенціалу культури, що забезпечує стабільно високі показники врожайності та збільшення обсягів виробництва зерна.

Сьогодні особливої ваги набувають питання збереження родючості ґрунтів та екологізації агровиробництва, що стимулює перехід до вирощування органічної озимої пшениці [6]. Ключовим інструментом протидії кліматичним викликам при цьому є поєднання селекційного вдосконалення культури з розробкою адаптивних технологій її обробітку.

Тому, враховуючи цінність використання пшениці озимої актуальним є вивчення й поєднання елементів технології вирощування – використання біопрепаратів на насінні й посівах за різних норм висіву. Однією з основних умов за вирощування пшениці є створити сприятливі умови для фотосинтетичної діяльності з метою підвищення продуктивності та якості зерна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковці [7–9] зазначають, що оптимальна норма висіву пшениці озимої зумовлена специфікою конкретного сорту. Зокрема, для високорослих форм із високим коефіцієнтом кущення, що мають схильність до вилягання, доцільно застосовувати розріджений посів.

Натомість напівкарликові сорти демонструють вищу продуктивність при збільшенні норми висіву на 0,5–1,0 млн схожих насінин на гектар. Водночас надмірне загущення короткостеблових сортів (понад 6,0 млн/га) є неефективним, оскільки дефіцит світла, інтенсивне поширення хвороб та перевитрата вологи й елементів живлення призводять до зниження врожайності.

За встановлення оптимальних норм висіву варто надавати перевагу формуванню розріджених посівів. Такі посіви є більш технологічними, оскільки дозволяють ефективно корегувати стан рослин за допомогою мінерального живлення, ретардантів та мікоризних препаратів. Натомість необґрунтоване завищення норм висіву спричиняє зростання собівартості продукції, підвищує ризики вилягання та посилює розвиток патогенної мікрофлори [10].

Застосування регуляторів росту в сучасному рослинництві є перспективним науковим напрямом, що дозволяє підвищити біологічну продуктивність культур та їхню адаптивну здатність до несприятливих чинників довкілля [11]. Дія цих препаратів базується на регуляції внутрішніх фізіологічних процесів, інтенсивність яких неможливо забезпечити виключно за рахунок стандартних агротехнічних заходів [12].

За даними авторів [13–15], основним чинником, що визначає рівень продуктивності сільськогосподарських культур є функціонування фотосинтетичного апарату. Процеси його формування тісно корелюють із загальними етапами онтогенезу, розвитком асиміляційних органів, рівнем мінерального живлення тощо [16]. При цьому інтенсивність фотосинтезу залежить не тільки від генетичного потенціалу сорту та його морфологічних особливостей, а й від застосування біопрепаратів, які активізують розвиток листової поверхні та ріст рослин загалом [17].

Постановка завдання. Метою досліджень було вивчення впливу мікоризоутворюючого препарату та стимулятора росту рослин за різних норм висіву насіння пшениці озимої, на фотосинтетичну продуктивність рослин в умовах Правобережного Лісостепу України.

Дослідження закладались впродовж 2022–2025 років в умовах Навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ).

Схема досліду передбачала вивчення сортів пшениці озимої Лісова пісня та Зоря ланів (фактор А), норм висіву насіння 4,5, 5,0, 5,5 та 6,0 млн нас./га (фактор В), застосування мікоризоутворюючого препарату Мікофренд (обробка насіння) і стимулятора росту Агростимулін (обробка насіння і посівів) (фактор С).

Посівна площа ділянки – 100 м^2, облікової – 90 м^2. Дослід закладався за методом систематичних повторювань: у кожному повторенні варіанти досліду розміщувалися по ділянках послідовно. Повторюваність дослідів – чотириразова. Передпосівну обробку насіння здійснювали методом вологої інокуляції. Після обробки насіння підсушували до повної сипучості. В дослідженнях використовували загальноприйняті методи й методики в галузі агрономічних досліджень.

Виклад основного матеріалу. Фотосинтетична активність рослин має важливе значення, так як зумовлює підвищення продуктивності посівів пшениці озимої, яка суттєво залежить від формування площі листкової поверхні, що забезпечує сприятливе формування вегетативних та генеративних органів рослин.

На основі отриманих результатів досліджень встановлено, що площа листкової поверхні пшениці озимої сортів Зоря ланів та Лісова пісня в дослідах залежала від сортових особливостей, норм висіву насіння, та застосування біопрепаратів. Так, у сорту Зоря ланів площа листкової поверхні, у перерахунку на гектар, максимуму

сягала у фазі колосіння, і за норм висіву 5,0, 5,5 та 6,0 млн шт./га в середньому по досліду становила 61,0, 62,1 та 63,6 тис. м^2/га (табл. 1).

Таблиця 1

Площа листкової поверхні пшениці озимої сорту Зоря ланів, тис. м^2/га, середнє за 2022–2025 рр.

Сорт	Норма висіву насіння, млн шт. нас./га	Обробка насіння та посівів	У фазу:		
			вихід у трубку	колосіння	воскова стиглість зерна
Зоря ланів	4,5	Контроль	20,5	52,1	18,4
		Мікофренд (насіння)	24,4	54,3	21,6
		Агростимулін (насіння)	23,6	54,9	21,5
		Агростимулін (насіння+посіви)	26,2	59,2	22,9
	5,0	Контроль	23,4	58,0	21,0
		Мікофренд (насіння)	26,8	61,2	22,4
		Агростимулін (насіння)	25,5	60,1	22,1
		Агростимулін (насіння+посіви)	28,6	64,7	23,2
	5,5	Контроль	26,3	58,9	22,8
		Мікофренд (насіння)	28,8	62,7	23,2
		Агростимулін (насіння)	27,5	61,0	22,7
		Агростимулін (насіння+посіви)	31,4	65,7	25,6
	6,0	Контроль (вода)	28,2	60,2	22,0
		Мікофренд (насіння)	29,6	63,1	23,4
		Агростимулін (насіння)	29,8	64,6	24,5
		Агростимулін (насіння+посіви)	33,8	66,5	27,6
$HIP_{0,05}$			0,48	2,23	0,70

В середньому по досліду обробка насіння препаратом Мікофренд призводила до підвищення площі листкової поверхні на 4,0–6,0 % порівняно з контролем. А регулятором росту Агростимулін – на 3,4–6,8 %.

Найвищий показник асиміляційного апарату рослин пшениці озимої впродовж періоду вегетації спостерігався на варіанті, де оброблялось насіння та обприскувались посіви регулятором росту Агростимулін і у фазу колосіння цей показник становив від 57,2 до 65,8 тис. м^2/га.

У сорту Лісова пісня спостерігалась аналогічна тенденція щодо зміни площі листкової поверхні залежно від досліджуваних факторів (табл. 2). Проте в середньому вона була нижчою на 2,7 тис. м^2/га, що пояснюється сортовими особливостями.

Для забезпечення врожайності важливим є тривалість функціонування сформованої площі листкової поверхні посівів, що виражається показником фотосинтетичного потенціалу, який дає за період вегетації сумарну характеристику фотосинтетичної діяльності рослин. Він може змінюватись в широких межах, залежно умов вирощування даної культури.

Залежно від площі листкової поверхні змінювався і фотосинтетичний потенціал (рис. 1). Найвищим він був у варіанті де застосовували регулятор росту з обробкою

Таблиця 2

Площа листкової поверхні пшениці озимої сорту Лісова пісня, тис. м²/га середнє за 2022–2025 рр.

Сорт	Норма висіву насіння, млн нас./га	Обробка насіння та посівів	У період:		
			вихід у трубку	колосіння	молочна стиглість зерна
Лісова пісня	4,5	Контроль	19,4	51,3	19,4
		Мікофренд (насіння)	23,1	52,0	20,6
		Агростимулін (насіння)	22,5	51,6	19,5
		Агростимулін (насіння+посіви)	25,2	57,2	23,1
	5,0	Контроль	22,0	56,0	20,0
		Мікофренд (насіння)	25,7	59,2	23,4
		Агростимулін (насіння)	24,3	57,8	22,1
		Агростимулін (насіння+посіви)	27,1	60,7	24,2
	5,5	Контроль	23,3	55,4	21,8
		Мікофренд (насіння)	26,8	58,6	23,6
		Агростимулін (насіння)	25,5	57,0	23,7
		Агростимулін (насіння+посіви)	28,4	62,7	26,6
	6,0	Контроль	25,2	58,9	22,0
		Мікофренд (насіння)	26,6	60,1	24,4
		Агростимулін (насіння)	25,8	59,6	25,5
		Агростимулін (насіння+посіви)	30,8	65,8	28,6
$HIP_{0,05}$			0,60	1,40	0,80

насіння та посівів і залежно від норм висіву у сорту Зоря ланів був в межах від 2,15 до 2,24 млн м² × діб/га, у сорту Лісова пісня – від 2,14 до 2,24 млн м² × діб/га.

Одним із важливих показників фотосинтетичного потенціалу рослинного організму є чиста продуктивність фотосинтезу, яка відображає інтенсивність роботи листкового апарату на різних етапах розвитку рослин, тобто показує відношення добового приросту сухої речовини до площі листків.

Результати досліджень свідчать, що в цілому найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу отримано за оптимальної норми висіву (5,0 та 5,5 млн шт./га) на всіх варіантах досліду (рис. 2). Максимуму сягала у варіанті з обробкою насіння та посівів регулятором росту і становила 5,3 та 5,6 г/м² за добу у сорту Зоря ланів й 5,4 та 5,8 г/м² за добу у сорту Лісова пісня.

Варто зазначити, за норми висіву 6,0 млн шт./га чиста продуктивність знижувалась на всіх варіантах досліду, що пояснюється погіршенням світлового режиму, тобто знижується інтенсивність роботи листків, та посилюється конкуренція за вологу і елементи живлення, що спричиняє сповільнення накопичення сухої речовини на одиницю площі листків.

Висновки. Отже за результатами досліджень встановлено, що використання захисно-стимулюючих препаратів Мікофренд і Агростимулін позитивно впливає на фотосинтетичну продуктивність рослин пшениці озимої. Найбільша чиста продуктивність фотосинтезу в обох сортів спостерігається за норм висіву 5,0 та 5,5 млн шт./га насінин.

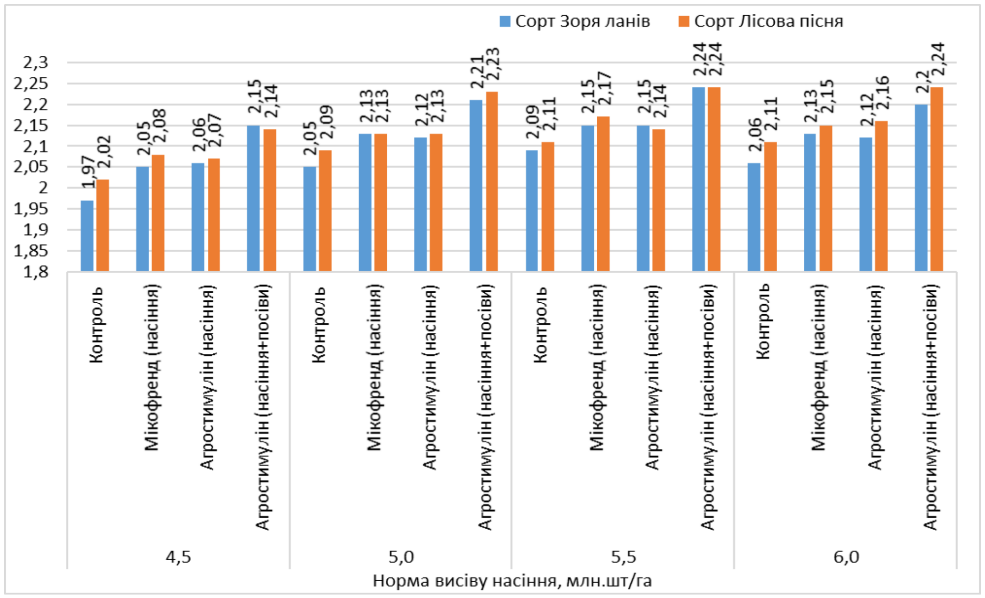


Рис. 1. Фотосинтетичний потенціал пшениці озимої, млн м^2 × діб/га, середнє за 2022–2025 рр.

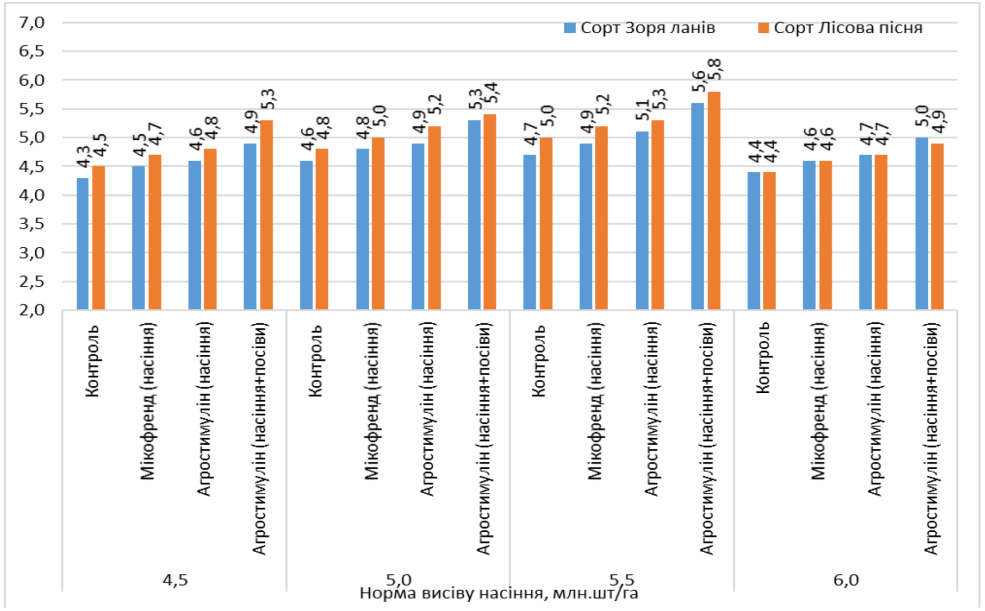


Рис. 2. Чиста продуктивність фотосинтезу пшениці озимої, г/м^2 за добу, середнє за 2022–2025 рр.

В перспективі подальших дослідженнях варто вивчити ефективність впливу норм висіву насіння у поєднанні з біопрепаратами на формування врожайності та якості зерна пшениці озимої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шувар А. М., Беген Л. Л., Тимків М. Ю., Войтович Р. М. Формування врожаю і якості зерна пшениці озимої залежно від строків сівби та рівня живлення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 63. С. 161–173.

2. Zecevic V., Boskovic J., Knezevic D., Micanovic D. Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. *Chilean journal of agricultural research*. 2014. № 74. P. 23–28. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000100004

3. Рибалка О. І., Поліщук С. С., Моргун Б. В. Нові напрями в селекції зернових культур на якість зерна. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 120–133. DOI: 10.31073/agrovisnyk201811-16

4. Рибалка О. І., Моргун В. В., Моргун Б. В. Кольорове зерно пшениці і ячменю – нова стратегія селекції зернових культур із високою 178 біологічною цінністю зерна. *Фізіологія рослин і генетика*. 2020. Т. 52, № 2. С. 95–127. DOI: 10.15407/frg2020.02.095

5. Long S. P., Marshall-Colon A., Zhu X.-G. Meeting the global food demand of the future by engineering crop photosynthesis and yield potential. Cell. 2015. Vol. 161, Iss. 1. P. 56–66. DOI: 10.1016/J.CELL.2015.03.019

6. Szczepanek M., Lemańczyk G., Lamparski R. et al. Ancient wheat species (Triticum sphaerococcum Perc. and Triticum persicum Vav.) in organic farming: Influence of sowing density on agronomic traits, pests and diseases occurrence, and weed infestation. *Agriculture*. 2020. Vol. 10, Iss. 11. Article 556. DOI: 10.3390/agriculture10110556

7. Shewry P. R., Hey S. J. The contribution of wheat to human diet and health. *Food Energy Secur*. 2015. Vol. 4 (3). P. 178–202. https://doi.org/10.1002/fes3.64

8. Климишена Р. І. Польова схожість та виживання рослин озимого пивоварного ячменю залежно від внесених мінеральних добрив та норм висіву насіння. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 14. С. 71–73.

9. Рожков А. О., Рижик Т. В. Вплив строків сівби та норм висіву на польову схожість і виживаність пшениці озимої. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 218–227. https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134385

10. Черенков А. В., Козечко В. І., Козельський О. М. Продуктивність пшениці озимої після ріпаку ярого в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства Степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 3–7.

11. Герман М. М. Поліпшення посівних якостей насіння пшениці м'якої озимої залежно від передпосівної обробки насіння. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 4. С. 54–57

12. Баган А. В., Гурба В. С. Вплив біопрепаратів на урожайність сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С. 7–11. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.1

13. Domaratskyi Y. Leaf area formation and photosynthetic activity of sunflower plants depending on fertilizers and growth regulators. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. Vol. 22, Iss. 6. P. 99–105. DOI: 10.12911/22998993/137361

14. Akhter M. M., Hosain A., Timsina J. et al. Chlorophyll meter – a decision-making toll for nitrogen application in wheat under light soils. *International Journal of Plant Production*. 2016. Vol. 10, Iss. 3. P. 289–302. DOI: 10.22069/ijpp.2016.2898

15. Onyshchenko O., Pokoptseva L., Kolesnikov M., Gerasko T. Photosynthetic activity of sunflower hybrids under growth regulators in the Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, Iss. 6. P. 58-70. DOI: 10.48077/scihor6.2023.58

16. Bielashov O., Rozhkov A., Kalenska S. et al. Influence of pre-sowing application of mineral fertilizers, root and foliar nutrition on productivity of winter tritical plants. *Ecological Engineering & Enviromental Technology*. 2022. Vol. 23, Iss. 6. P. 1–14. DOI: 10.12912/27197050/152118

17. Алмашова В. С., Скок С. В. Ефективність використання та рістрегулюючих препаратів для вирощування сільськогосподарських культур у зоні південного степу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. Т. 47, № 1. С. 11–17. DOI: 10.32845/agrobio.2022.1.2

Дата першого надходження статті до видання: 29.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.854.78:631.51:631.53.027
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.21

УРОЖАЙНІСТЬ CLEARFIELD-ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ШИРИНИ МІЖРЯДДЯ

Ревтьо О. Я. *– к.с.-г.н., доцент,*
в.о. зав.кафедри рослинництва та агроінженерії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-7990-3135
Гончаров А. В. *– здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,*
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0009-0006-3820-8079

У статті наведено результати досліджень впливу системи обробітку ґрунту та ширини міжряддя на урожайність гібридів соняшнику, стійких до гербіцидів імідазолінової групи (Clearfield-технологія), у 2024–2025 роках. Дослідження проведено після попередника пшениці озимої за умов традиційної, мінімальної (Mini-till) та нульової (No-till) систем обробітку ґрунту з шириною міжряддя 45 та 70 см. Встановлено, що урожайність соняшнику істотно залежала від системи обробітку ґрунту, ширини міжряддя та гідротермічних умов року вирощування. За сприятливих погодних умов 2024 року істотної різниці між традиційною та нульовою системами обробітку ґрунту за рівнем урожайності не виявлено, що свідчить про високу ефективність обох систем за достатнього вологозабезпечення. У 2025 році, за дефіциту вологи та нерівномірного розподілу опадів упродовж вегетації, нульова система обробітку ґрунту забезпечила достовірно вищу урожайність порівняно з традиційною та мінімальною, що зумовлено кращим збереженням ґрунтової вологи та стабілізацією умов росту рослин.

Мінімальна система обробітку ґрунту в обох роках досліджень характеризувалася нижчими показниками урожайності, що може бути пов'язано з менш сприятливими агрофізичними умовами та обмеженням розвитку кореневої системи. Встановлено стабільний позитивний вплив зменшення ширини міжряддя до 45 см, що забезпечувало підвищення урожайності соняшнику порівняно з міжряддями 70 см у середньому на 2,0–3,3 ц/га незалежно від системи обробітку ґрунту.

У середньому за 2024–2025 роки найвищі показники урожайності сформували посіви за нульової системи обробітку ґрунту та ширини міжряддя 45 см. Вплив гібриду на рівень урожайності був менш вираженим порівняно з агротехнологічними факторами, однак у стресових умовах року з дефіцитом вологи гібрид Фіністер проявив дещо вищу адаптивність.

Отримані результати підтверджують доцільність диференційованого підходу до вибору системи обробітку ґрунту та способу сівби Clearfield-гібридів соняшнику з урахуванням погодних умов року, що сприяє підвищенню стабільності урожайності культури в умовах кліматичної мінливості.

Ключові слова: *соняшник, Clearfield, система обробітку ґрунту, Mini-till, No-till, ширина міжряддя, урожайність.*

Revto O. Ya., Goncharov A. V. Yield of Clearfield sunflower hybrids depending on the tillage system and row spacing width

The study evaluated the effects of soil tillage systems and row spacing on the productivity of Clearfield sunflower hybrids (Helianthus annuus L.) resistant to imidazolinone herbicides under contrasting hydrothermal conditions in 2024–2025. Field experiments were conducted after winter wheat as the preceding crop using conventional tillage, minimum tillage (Mini-till), and zero tillage (No-till) systems, with row spacings of 45 and 70 cm.

© Ревтьо О. Я., Гончаров А. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

The results demonstrated that sunflower yield was significantly affected by the tillage system, row spacing, and weather conditions of the growing season. Under favorable moisture conditions in 2024, no statistically significant differences in yield were observed between conventional and zero tillage systems, indicating their comparable effectiveness under sufficient soil water availability. In contrast, in 2025, characterized by soil moisture deficit and uneven rainfall distribution during the vegetation period, the zero-tillage system resulted in significantly higher yields compared with conventional and minimum tillage systems. This advantage was primarily attributed to improved soil moisture retention, reduced evaporative losses, and more stable soil physical conditions.

Minimum tillage consistently produced lower yields in both years, which may be associated with less favorable agrophysical properties of the soil and partial restriction of root development. A stable positive effect of reduced row spacing was observed: narrowing inter-row spacing to 45 cm increased sunflower yield by 0.20–0.33 t ha^{-1} compared with 70 cm spacing, irrespective of the tillage system.

On average across the two-year study, the highest yield levels were recorded under the combination of zero tillage and 45 cm row spacing. The influence of hybrid genotype on yield formation was less pronounced than that of agronomic practices; however, under moisture-stress conditions, the Finister hybrid exhibited slightly higher adaptive capacity.

The findings substantiate the necessity of a differentiated selection of soil tillage systems and sowing patterns for Clearfield sunflower hybrids in relation to annual climatic conditions, which is essential for improving yield stability under increasing climate variability.

Key words: *sunflower (Helianthus annuus L.), Clearfield technology, tillage systems, Mini-till, No-till, row spacing, yield.*

Постановка проблеми. Соняшник є однією з провідних олійних культур в Україні, а впровадження гібридів, стійких до гербіцидів імідазолінової групи, суттєво підвищило ефективність контролю бур'янів у його посівах. Водночас рівень урожайності культури значною мірою визначається ступенем адаптації елементів технології вирощування до ґрунтово-кліматичних умов, зокрема системи основного обробітку ґрунту та способу сівби.

В умовах посилення кліматичної мінливості та дефіциту вологи особливої актуальності набуває оцінка ефективності ресурсозберігаючих систем обробітку ґрунту (Mini-till та No-till), а також оптимізація ширини міжряддя як важливого елементу технології вирощування, що впливає на формування врожайності та реалізацію продуктивного потенціалу сучасних гібридів соняшнику.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасних агротехнологіях вирощування соняшнику система обробітку ґрунту розглядається як один із ключових чинників формування продуктивності культури [1]. За результатами досліджень вітчизняних учених встановлено істотний вплив способів обробітку ґрунту на ріст, розвиток і врожайність гібридів соняшнику. Зокрема, доведено, що традиційний полицевий обробіток ґрунту забезпечує кращі агрофізичні показники орного шару, зменшує забур'яненість посівів і сприяє формуванню вищої врожайності насіння порівняно з безвідвальними та поверхневими обробітками [2].

Разом із тим у низці досліджень зазначається, що за мінімізованих систем обробітку ґрунту можливе певне зниження продуктивності соняшнику, що пов'язується з погіршенням водного режиму ґрунту та обмеженням розвитку кореневої системи рослин [3, 4]. Водночас результати експериментів, проведених в Інституті олійних культур НААН, свідчать, що поєднання класичної системи основного обробітку ґрунту з оптимальним мінеральним удобренням забезпечує формування більших кошиків, підвищення маси 1000 насінин, зменшення лушпинності, зростання врожайності та виходу олії соняшнику порівняно з мінімальним обробітком ґрунту [5].

Окремі дослідження доводять можливість отримання врожайності насіння соняшнику, співставної з традиційним полицевим обробітком, за застосування

мінімізованих і безвідвальних систем за умови достатнього рівня мінерального живлення рослин. Водночас за недостатнього агрохімічного забезпечення, особливо на ґрунтах із низьким вмістом гумусу, ефективність таких систем істотно знижується. Узагальнення наведених даних свідчить про доцільність адаптивного та диференційованого підходу до вибору системи основного обробітку ґрунту в технології вирощування соняшнику з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов регіону, рівня мінерального живлення та біологічних особливостей гібридів [6].

Оптимізація просторового розміщення рослин соняшнику (ширина міжряддя та густота стояння) належить до ключових елементів технології, оскільки безпосередньо визначає інтенсивність конкуренції в посіві, ефективність перехоплення фотосинтетично активної радіації (ФАР), водоспоживання, мікроклімат у ценозі, забур'яненість та, зрештою, рівень і стабільність урожайності. У практиці вирощування соняшнику традиційно поширені широкорядні посіви (переважно 70 см), що історично пов'язано з можливістю міжрядних обробітків, технічною сумісністю з просапними агрегатами та простішим контролем бур'янів. Разом із тим, сучасні тенденції (посилення посушливості, розвиток гербіцидних технологій, сівалки точного висіву) актуалізували питання доцільності звуження міжрядь до 45 см у поєднанні з оптимальною густотою [7].

Зміна ширини міжряддя впливає на архітектоніку посіву та розподіл рослин у просторі. За звуження міжрядь (за сталої густоти) рослини розміщуються рівномірніше, швидше змикають листковий покрив, посилюється перехоплення ФАР у ранні фази, що може підвищувати продуктивність за лімітуючих факторів середовища.

Експериментальні роботи в різних ґрунтово-кліматичних умовах підтверджують, що реакція соняшнику на міжряддя є контекстною: значною мірою визначається рівнем вологозабезпечення, родючістю, потенціалом гібриду та обраною густотою. Наприклад, у румунських дослідженнях наголошено на необхідності узгодження міжряддя з густотою та умовами середовища для оптимізації урожайності та елементів структури врожаю [8].

В дослідженнях поширений підхід порівняння міжрядь 45 і 70 см у поєднанні з різною густотою, наприклад, 50/70/90 тис. рослин/га і гібридами різних груп стиглості. У таких роботах підкреслюється, що зміна міжряддя впливає не лише на врожайність, а й на якісні та морфологічні показники (зокрема масу 1000 насінин, лушпинність тощо), а ефект залежить від густоти й генотипу [9].

Аналіз літературних джерел свідчить, що система основного обробітку ґрунту, ширина міжряддя та густота стояння рослин є ключовими чинниками формування урожайності соняшнику. Традиційний полицевий обробіток і ширина міжряддя 70 см забезпечують високі показники продуктивності за сприятливих умов вирощування, тоді як за дефіциту вологи та використання сучасних технологій звуження міжрядь до 45 см у поєднанні з оптимальною густотою може підвищувати ефективність використання ресурсів. Реакція культури на ці чинники є контекстною й залежить від ґрунтово-кліматичних умов та біологічних особливостей гібридів, що зумовлює необхідність подальших досліджень у цьому напрямі.

Методика досліджень. Метою досліджень було визначити вплив системи обробітку ґрунту та ширини міжряддя на урожайність Clearfield-гібридів соняшнику за різних погодних умов років вирощування.

Дослідження здійснювалися упродовж 2024–2025 років на території, локалізованій у межах географічних координат 48°39′ пн. ш. та 31°36′ сх. д. Район досліджень належить до Правобережного Лісостепу України та характеризується

помірно континентальним кліматом із нестійким зволоженням, типовим для центральної частини Кіровоградської області.

Попередник – пшениця озима. У досліді вивчали вплив системи обробітку ґрунту (традиційна з оборотом скиби, мінімальна – Mini-till, нульова – No-till), гібриду соняшнику (СИ Барбаті, Фіністер) та способу сівби (ширина міжряддя 45 і 70 см) на урожайність соняшнику.

Дослід закладали за схемою трифакторного польового експерименту у чотирикратній повторності. Розташування варіантів здійснювалося методом розщеплених ділянок з частковою рандомізацією. Посівна площа ділянок третього порядку за ширини міжряддя 45 см – 75,6 м^2, за ширини міжряддя 70 см – 78,4 м^2. Площа облікової ділянки залежно від способу сівби становила: за ширини міжряддя 45 см – 45 м^2, за ширини міжряддя 70 см – 42 м^2. Норма висіву для всіх варіантів досліду була однаковою і становила 50 тис. схожих насінин на 1 га, що забезпечувало коректну оцінку впливу фактора ширини міжряддя.

Традиційна система обробітку ґрунту з оборотом скиби передбачала проведення оранки плугом ПЛН-5-35 на глибину 23–25 см. Оранку виконували після збирання попередника з повним оборотом орного шару. У ранньовесняний період проводили закриття вологи шляхом боронування, а безпосередньо перед сівбою – передпосівну культивацію на глибину 4–5 см. Мінімальна система обробітку ґрунту (Mini-till) здійснювалася шляхом дискового обробітку дисковим агрегатом УДА-3,8-20 на глибину 10–12 см. Навесні також виконували ранньовесняне закриття вологи боронуванням і передпосівну культивацію на глибину 4–5 см. Нульова система обробітку ґрунту (No-till) передбачала відмову від основного механічного обробітку ґрунту. Сівбу соняшнику проводили по необробленому фону після попередника із збереженням рослинних решток на поверхні ґрунту.

Захист посівів Clearfield-гібридів соняшнику від бур'янів здійснювали із застосуванням післясходового гербіциду на основі імазамоксу та імазапіру відповідно до технології Clearfield. Обробку проводили у фазі 2–4 справжніх листків соняшнику, що забезпечувало ефективний контроль однорічних та багаторічних злакових і дводольних бур'янів.

Облік урожайності проводили шляхом суцільного збирання облікових ділянок з перерахунком на стандартну вологість насіння.

Результати досліджень. Метеорологічні умови впродовж 2024–2025 рр. відзначалися істотною варіабельністю температурного режиму та кількості атмосферних опадів, що визначало умови росту і розвитку соняшнику (рис. 1). У 2024 році середньорічна температура повітря становила 12,2 °С за річної суми опадів 502,6 мм, тоді як у 2025 році ці показники були нижчими – відповідно 11,1 °С і 431,2 мм. Весняний період 2024 року характеризувався сприятливим поєднанням тепла й вологи, що забезпечило дружні сходи та інтенсивний ріст рослин на початкових етапах органогенезу.

У літній період 2024 року спостерігалися підвищені температури повітря за обмеженого зволоження, особливо у фазах цвітіння та наливу насіння, що зумовлювало формування стресових умов для культури. У 2025 році весна була прохолоднішою, однак значна кількість опадів у травні створювала сприятливі умови для формування листкового апарату. Разом із тим дефіцит вологи в літні місяці обох років залишався лімітуючим чинником продуктивності.

Загалом погодні умови 2024 року були більш наближеними до оптимальних для вирощування соняшнику, тоді як у 2025 році поєднання помірного температурного

режиму з нерівномірним зволоженням упродовж вегетації стримало повну реалізацію потенціалу врожайності культури.

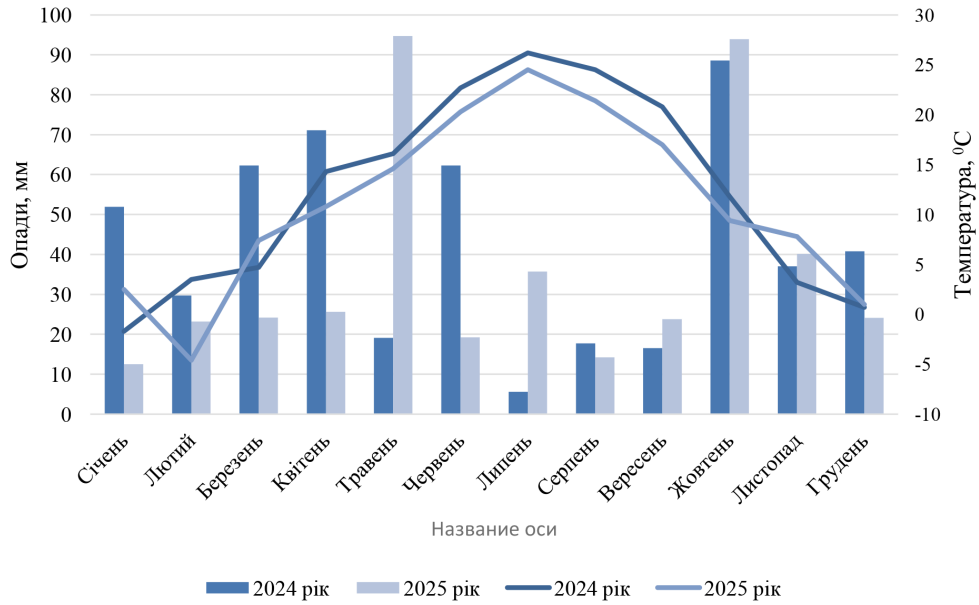


Рис. 1. Місячний розподіл кількості опадів та середньомісячної температури повітря у 2024–2025 роках

Урожайність гібридів соняшнику істотно залежала від системи основного обробітку ґрунту, ширини міжряддя та метеорологічних умов року вирощування (табл. 1). У 2024 році, який характеризувався більш сприятливим поєднанням тепла та вологи, рівень урожайності був вищим за всіма варіантами досліду порівняно з 2025 роком.

У 2024 році, за сприятливого гідротермічного режиму, істотної різниці в урожайності між традиційною та нульовою (No-till) системами обробітку ґрунту в більшості варіантів досліду не виявлено. За ширини міжряддя 45 см урожайність гібридів за традиційного обробітку становила 31,3–32,4 ц/га, тоді як за нульового – 32,4–32,9 ц/га. Це свідчить про те, що за достатнього вологозабезпечення класичний полицевий обробіток забезпечував агрофізичні умови, співставні з ресурсозберігаючими технологіями.

Мінімальна система обробітку ґрунту (Mini-till) у 2024 році в більшості випадків забезпечувала нижчі показники урожайності (28,9–29,2 ц/га за ширини міжряддя 45 см), що може бути пов’язано з менш сприятливими умовами формування кореневої системи та використання ґрунтової вологи.

У 2025 році, за менш сприятливих гідротермічних умов, відмічалося загальне зниження урожайності соняшнику за всіма варіантами досліду. Водночас вплив системи обробітку ґрунту проявився більш чітко. Нульова система обробітку ґрунту забезпечила достовірно вищу урожайність порівняно з традиційною та мінімальною системами. За ширини міжряддя 45 см урожайність гібридів за No-till становила 26,2–27,7 ц/га, тоді як за традиційного обробітку – 22,6–23,5 ц/га, а за мінімального – 17,8–19,2 ц/га.

Таблиця 1

Урожайність гібридів соняшнику, стійких до гербіцидів імідазолінової групи залежно від досліджуваних факторів, ц/га

Система обробітку ґрунту (Фактор А)	Гібрид (Фактор В)	Ширина міжряддя, см (Фактор С)			
		45	70	45	70
		2024 рік		2025 рік	
Традиційна з оборотом скиби	СИ Барбаті	31,3	28,3	23,5	20,8
	Фіністер	32,4	27,5	22,6	20,1
Мінімальна (Mini-till)	СИ Барбаті	29,2	27,0	19,2	17,6
	Фіністер	28,9	27,6	17,8	16,0
Нульова (No-till)	СИ Барбаті	32,9	29,2	26,2	23,4
	Фіністер	32,4	30,7	27,7	22,9
HIP_{05}, ц/га	*A*	*0,92*		*0,67*	
	B	*0,75*		*0,55*	
	C	*0,75*		*0,55*	
	AB	*1,30*		*0,95*	
	AC	*1,30*		*0,95*	
	BC	*1,06*		*0,77*	
	ABC	*1,84*		*1,34*	

Ширина міжряддя мала стабільний і статистично значущий вплив на урожайність соняшнику впродовж обох років досліджень. У середньому вирощування культури за ширини міжряддя 45 см забезпечувало підвищення урожайності на 2,0–3,3 ц/га порівняно з 70 см. Це пояснюється більш оптимальним розміщенням рослин у посівах і ефективнішим використанням світлових, водних і поживних ресурсів.

Узагальнення середніх даних за 2024–2025 рр., наведених на рис. 2, підтверджує встановлені закономірності. Найвищу середню урожайність забезпечувала нульова система обробітку ґрунту: 29,8 ц/га за ширини міжряддя 45 см і 26,6 ц/га за 70 см. За традиційної системи ці показники становили відповідно 27,4 і 24,2 ц/га, тоді як за мінімальної – 23,8 і 22,1 ц/га.

Вплив гібриду на формування урожайності був менш вираженим порівняно з системою обробітку ґрунту та шириною міжряддя. У середньому за роки досліджень різниця між гібридами СИ Барбаті та Фіністер у більшості варіантів не перевищувала HIP_{05}. Водночас у 2025 році, за умов водного стресу, гібрид Фіністер за нульового обробітку ґрунту проявив дещо вищу адаптивність, що відображалося у вищих показниках урожайності порівняно з гібридом СИ Барбаті.

Загалом результати досліджень підтверджують визначальну роль системи основного обробітку ґрунту та погодних умов року у формуванні урожайності соняшнику. За сприятливих гідротермічних умов традиційна та нульова системи обробітку ґрунту забезпечували співставний рівень продуктивності, тоді як у роки з дефіцитом вологи нульовий обробіток ґрунту мав достовірну перевагу. Це обґрунтовує доцільність диференційованого підходу до вибору технологій вирощування соняшнику з урахуванням кліматичної мінливості з метою підвищення стабільності урожайності культури.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Урожайність соняшнику залежала від системи основного обробітку ґрунту, ширини міжряддя та

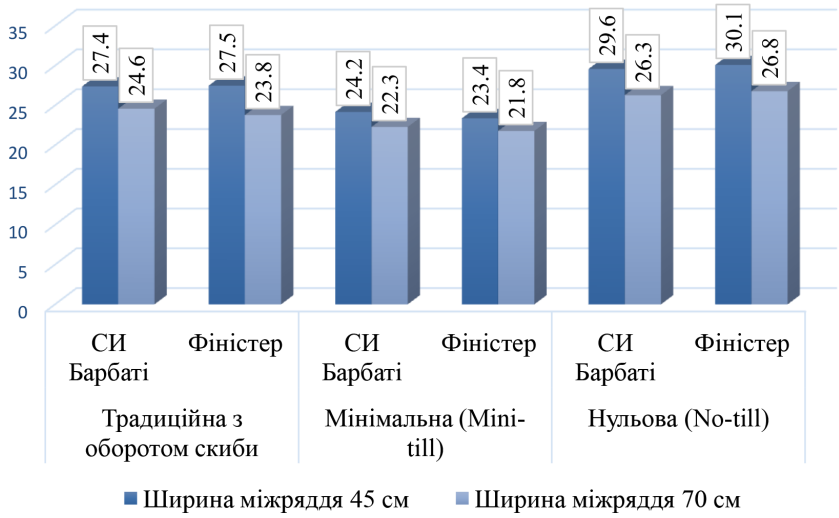


Рис. 2. Урожайність гібридів соняшнику, стійких до гербіцидів імідазолінової групи залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2024–2025 рр.)

гідротермічних умов року вирощування. У 2024 році за сприятливого вологозабезпечення істотної різниці між традиційною та нульовою (No-till) системами обробітку ґрунту не встановлено. Натомість у 2025 році, за дефіциту вологи, нульова система забезпечила достовірно вищу урожайність порівняно з традиційною та мінімальною.

Мінімальна система обробітку ґрунту впродовж обох років характеризувалася нижчими показниками урожайності. Ширина міжряддя 45 см забезпечувала стабільно вищу продуктивність порівняно з 70 см. Вплив гібриду на рівень урожайності був менш вираженим, однак у стресових умовах гібрид Фіністер проявив дещо вищу адаптивність.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на вивчення довгострокового впливу різних систем обробітку ґрунту на агрофізичні, агрохімічні та біологічні властивості ґрунту, а також на водний баланс і вуглецеву стабільність агроекосистем. Перспективним є розширення спектра досліджуваних гібридів соняшнику з різним рівнем посухостійкості та адаптивності до ресурсозберігаючих технологій. Окремої уваги потребує оцінка економічної ефективності систем обробітку ґрунту та оптимізація параметрів сівби соняшнику в умовах кліматичної мінливості з метою підвищення стабільності та рентабельності виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Оптимізація елементів технології вирощування соняшнику на півдні України / В. Малярчук та ін. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2024. Т. 2, № 35(49). С. 117–126. URL: https://doi.org/10.31473/2305-5987-2024-2-35(49)-11

2. Паламарчук В. Д., Підлубний В. Ф. Вплив системи основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів соняшнику. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. Вип. 4, С. 25–35. URL: https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-4-3

3. Ревтьо О. Ю., Набока В. В. Соняшник в Україні: стан, проблеми, перспективи (оглядова стаття). *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 128. С. 170–177. URL: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.23

4. Лябах С. Вплив способу обробітку ґрунту та системи удобрення на врожайність соняшнику (Helianthus L.) за вирощування в умовах Центрального Полісся України. Агроекологічний журнал. 2022. № 4. С. 130–135. URL: https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2022.273259.

5. Нікітенко О. В., Поляков О. І., Алієва О. Ю. Застосування мінеральних та сидеральних добрив за різних систем основного обробітку ґрунту у вирощуванні соняшнику. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2022. № 32. С. 73–83. URL: https://doi.org/10.36710/ioc-2022-32-08

6. Revto O. Y., Maliarchuk A. S. Sunflower: strategies and technologies for adaptive cultivation under climate change conditions. *Modern agronomy trends: innovation, sustainable development and the future of agriculture*. 2025. P. 351–369. URL: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-588-4-14

7. Клименко А. А., Гуренко Х. Д., Качковський С. Ю. Вплив строків сівби та ширини міжряддя на врожайність соняшнику. *Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу*. 2019. № 2 (46). С. 61–66.

8. Victorița Marin, Viorel Ion. Sunflower grain yield at different conditions of row spacing and plant density. *Agronomy*. 2022. Vol. LXV, No. 2. P. 395–402.

9. Борисенко В. В. Вплив ширини міжряддя та густоти посіву на лушпинність, масу та натуру насіння соняшнику. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2017. Вип. 91. С. 218–225.

10. Малярчук В. М., Ревтьо О. Я., Малярчук А. С. Вплив строків сівби та норм висіву на продуктивність соняшника в умовах півдня України. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2025. Вип. 36(50). С. 121–132. URL: https://doi.org/10.31473/2305-5987-2025-1-36(50)-10

11. Ушкаренко В. О. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: [навчальний посібник] / В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікішенко, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. Херсон : Айлант, 2008. 372 с.

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 579.262:631.41
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.22

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТУ МІКОФРЕНД НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

Саблук В. Т. *– д.с.-г.н.,*
професор,
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-6124-4346
Кожухівський Р. М. *– аспірант,*
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0009-0004-8687-6464

Мета. *Встановити вплив біопрепарату Мікофренд за його використання у технології вирощування соняшнику на врожайність і якість насіння цієї культури.* ***Методи.*** *Польовий, лабораторні, статистичні.* ***Результати.*** *Встановлено, що використання біопрепарату Мікофренд у технології вирощування соняшнику позитивно впливає на врожайність насіння цієї культури та його якісні показники, такі як олійність, лушпинність і масу. Зокрема, у варіантах з цим біопрепаратом урожайність насіння соняшнику була більшою за контроль на 0,72 т/га, або на 22,1 %, що важливо у підвищенні продуктивності цієї культури. Щодо впливу даного біопрепарату на якісні показники насіння, то тут також є позитивні зміни у його покращенні. Так, у варіанті з біопрепаратом Мікофренд олійність насіння була на 2,6 % більшою за контроль, завдяки чому господарства можуть додатково отримати значну частку такого важливого для країни продукту як олія, яка використовується у харчовій та інших галузях промисловості і для експорту. Відносно впливу біопрепарату Мікофренд на інші показники якості насіння, такі як лушпинність і масу, то тут також є позитивні зміни порівняно з контролем. Зокрема, у варіанті з біопрепаратом лушпинність насіння була меншою за контроль на 1,8 %. Із отриманих результатів досліджень витікає, що лушпинність істотно впливає на олійність насіння – чим менший її показник, тим більший уміст у ньому олії. Тобто, між цими складовими якості насіння існує зворотний зв'язок, який позитивно характеризує їх зміну під впливом біопрепарату Мікофренд. Стосовно маси 1000 насінин соняшнику, то у варіантах з біопрепаратом Мікофренд вона зросла порівняно з контролем на 9,1 г. Збільшення маси насіння під впливом біопрепарату свідчить про кращу ніж у контролі виповненість сім'янки соняшнику, що підвищує його цінність для перероблення.* ***Висновок.*** *За застосування у технології вирощування соняшнику біопрепарату Мікофренд значно підвищується врожайність насіння і покращується його якість. Так, у варіанті з біопрепаратом врожайність насіння соняшнику зросла порівняно з контролем на 22,1 %, олійність збільшилась на 2,6 %, лушпинність зменшилась на 1,8 %, а маса 1000 шт. була більшою ніж у контролі на 9,1 г.*

Ключові слова: *урожайність, олійність, лушпинність, маса, соняшник, біопрепарат.*

Sabluk V. T., Kozhukhivskyy R. M. The influence of the bio-preparation Mykofrend on the yield and quality indicators of sunflower seeds

Purpose. *To establish the effect of the biological product Mycofriend for its use in sunflower cultivation technology on the yield and quality of seeds of this crop.* ***Methods.*** *Field, laboratory, statistical.* ***Results.*** *It was found that the use of the biological product Mycofriend in the technology of growing sunflower has a positive effect on the yield of seeds of this crop and its quality indicators, such as oil content, husk content and mass. In particular, in the variants with this biological product, the yield of sunflower seeds was higher than the control by 0.72 t/ha,*

© Саблук В. Т., Кожухівський Р. М., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

or by 22.1 %, which is important in increasing the productivity of this crop. As for the influence of this biological product on the quality indicators of seeds, there are also positive changes in its improvement. Thus, in the variant with the biological product Mycofriend, the oil content of seeds was 2.6 % higher than the control, thanks to which farms can additionally obtain a significant share of such an important product for the country as oil, which is used in the food and other industries and for export. Regarding the influence of the biological preparation Mycofriend on other seed quality indicators, such as huskiness and weight, there are also positive changes compared to the control. In particular, in the variant with the biological preparation, the huskiness of the seeds was 1.8 % lower than in the control. The obtained research results show that huskiness significantly affects the oil content of the seeds – the lower its indicator, the higher the oil content in it. That is, there is a feedback between these components of seed quality, which positively characterizes their change under the influence of the biological preparation Mycofriend. Regarding the mass of 1000 sunflower seeds, in the variants with the biological preparation Mycofriend it increased compared to the control by 9.1 g. The increase in seed mass under the influence of the biological preparation indicates a better than in the control fullness of the sunflower achene, which increases its value for processing. ***Conclusion.*** *The use of the biological preparation Mycofriend in the technology of growing sunflower significantly increases the yield of seeds and improves their quality. Thus, in the variant with the biological preparation, the yield of sunflower seeds increased compared to the control by 22.1 %, the oil content increased by 2.6 %, the husk content decreased by 1.8 %, and the mass of 1000 pcs. was greater than in the control by 9.1 g.*

Key words: *yield, oil content, husk content, mass, sunflower, biological product.*

Постановка проблеми. Соняшник є однією з найважливіших олійних культур у світовому сільському господарстві і стратегічною для України, що забезпечує високі експортні надходження. Його насіння широко використовується для виробництва рослинної олії, біопалива та кормів. Однак через деградацію ґрунтів та обмеження застосування хімічних регуляторів росту та розвитку рослин, виникає потреба у пошуку альтернативних і екологічно безпечних засобів. Біопрепарати на основі мікоризних грибів стають все більш перспективними у цій сфері завдяки здатності покращувати вологозабезпечення рослин і поглинання ними елементів живлення та стимулювати їх метаболізм.

Однією з актуальних проблем у вирощуванні соняшнику є отримання високої врожайності насіння, та високих його якісних показників, таких як олійність, маса тисячі насінин та лушпинність. Біопрепарат Мікофренд, що містить мікоризоутворюючі гриби та фосфатмобілізуючі бактерії сприяє покращенню росту та розвитку рослин за рахунок збільшення поглинальної здатності кореневої системи, що у свою чергу також позитивно впливає на якісні показники насіння соняшнику порівняно з варіантами без використання біопрепарату у технології вирощування цієї культури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки питання досліджень впливу мікоризних препаратів на сільськогосподарські культури активно обговорюються в наукових публікаціях [1, 2, 3], які підтверджують, що вони підвищують врожайність насіння соняшнику і покращують його якість. Зокрема, в літературних джерелах звертається особлива увага на те, що за їх використання покращується фосфорне живлення рослин та підвищується стресостійкість до посухи, що в свою чергу сприяє підвищенню врожайності насіння [4, 5, 6]. Проте дослідження, які комплексно вивчають вплив біопрепаратів на якісні показники насіння соняшнику є обмеженими, а більшість із них зосереджені на зернових і бобових культурах [7]. Зокрема, щодо їх впливу на ріст і розвиток рослин ще не до кінця з'ясовано, як вони впливають на якість насіння соняшнику, такі як олійність, лушпинність та масу, що є ключовими параметрами для олійного виробництва [8, 9, 10]. У зв'язку з цим виникає необхідність у ґрунтовному дослідженні цієї проблематики із застосуванням сучасних методів аналізу [11].

Мета досліджень. Встановити вплив біопрепарату Мікофренд за його використання у технології вирощування соняшнику на якісні показники насіння, такі як олійність, лушпинність і масу.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в умовах Веселоподільської дослідно-селекційної станції (ВПДСС) Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБКіЦБ) НААН, яка знаходиться у зоні типового Лісостепу (с. Вереміївка, Кременчуцький р-н, Полтавська обл.) у 2023–2025 рр. Грунти – чорноземи солонцюваті та слабо солонцюваті.

У дослідженнях використовували гібрид соняшнику Хайсан 254 (компанії Advanta Seed International), що занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні і рекомендований для цієї ґрунтово-кліматичної зони.

Для вирощування соняшнику застосовували традиційну технологію, яка рекомендована для зони Лісостепу України. Зокрема, проводили передпосівний обробіток ґрунту, вносили добрива у дозі NPK 60:60:60 кг д.р./га. Норма висіву насіння 55 тис. шт./га. Перед сівбою біопрепарат змішували з насінням соняшнику у нормі витрати 5 кг /т. У роки досліджень погодні умови вегетаційного періоду були сприйнятливими для росту та розвитку рослин

Площа облікової ділянки – 50 м^2, повторність – трикратна. Схема досліду: контроль без використання біопрепарату Мікофренд та змішування з ним насіння соняшнику перед висівом у грунт за 1–2 доби.

Для лабораторного аналізу з кожної повторності формували середню пробу у масі до 0,5 кг. Лабораторні проби отримували після ретельного очищення насіння від домішок та пошкоджень і розділяли окремо для кожного аналізу.

Олійність визначали відповідно до ISO 10565:2015 недеструктивним методом ядерно-магнітної резонації за допомогою ЯМР-аналізатору Spinlock NMR-200.

Лушпинність визначали гідротермічним методом за методикою Українського Інституту експертизи сортів рослин [8], а масу 1000 насінин відповідно до ДСТУ 4138-2002.

Результати досліджень. За свідченням літературних джерел і виробничої практики найважливішими показниками якості насіння соняшнику є його олійність, лушпинність і маса, які залежать від багатьох факторів. Зокрема, за даними В. В. Борисенка [12] на лушпинність сім'янки впливає густота посіву і ширина міжрядь. На думку автора, чим більша густота рослин, тим менша лушпинність. М. М. Гаврилюк [13] вважає, що на цю ознаку значно впливає сортова приналежність – деякі сорти при збільшенні густоти посіву утворюють насіння з меншою лушпинністю, а інші навпаки при загущені рослин на полі формують насіння з більшою лушпинністю.

Рожков А. і Калінов О. [14] свідчать про те, що найвищу врожайність насіння і найбільший збір олії було отримано у варіантах де використовували допосівну обробку насіння сумішшю біопрепаратів Мікофренд, Блек-Джек і «ПМК-У» завдяки чому її приріст становив майже 24 %.

Наші дослідження підтверджують висновки цих авторів (Рожкова А. і Касінова О.) про те, що використання у технологіях вирощування соняшнику біопрепаратів сприяє значному підвищенню врожайності насіння і покращенню таких його показників як олійність, лушпинність та маса. Зокрема, допосівна обробка насіння біопрепаратом Мікофренд сприяла отриманню вищої за контроль врожайності насіння на 0,72 т/га, або на 22,1 %, що немаловажно у підвищенні продуктивності культури (рис. 1).

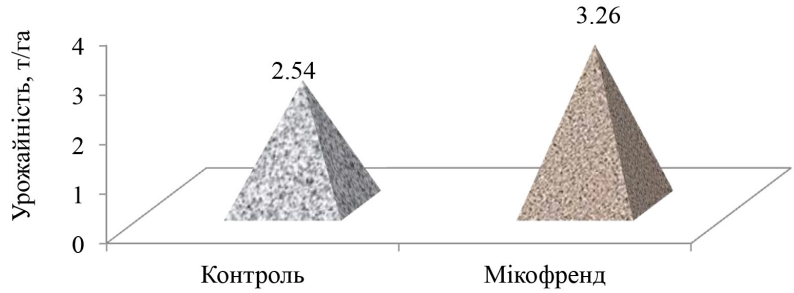


Рис. 1. Урожайність насіння соняшнику гібриду Хайсан 254 за використання біопрепарату Мікофренд, ВПДСС, 2023–2025 рр.

Щодо впливу даного біопрепарату на олійність насіння то отримані результати свідчать про значну різницю у цих показниках між дослідом і контролем. Так, у варіанті з біопрепаратом Мікофренд олійність насіння зросла порівняно з контролем на 2,6 %, що сприяє збільшенню виробництва олії в Україні. (рис. 2).

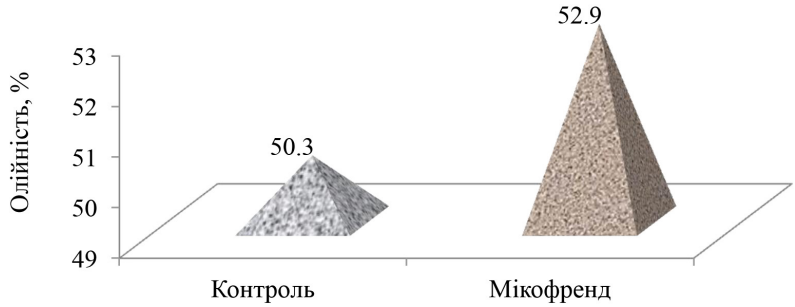


Рис. 2. Олійність насіння соняшнику гібриду Хайсан 254 за використання біопрепарату Мікофренд, ВПДСС, 2023–2025 рр.

Відносно впливу біопрепарату Мікофренд на інші показники якості насіння соняшнику такі як лушпинність і масу то тут також є позитивні зміни порівняно з контролем. Зокрема, у варіанті з біопрепаратом лушпинність насіння була меншою за контроль на 1,8 % (рис. 3).

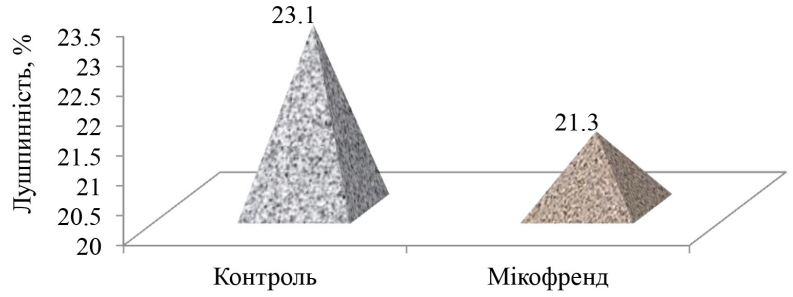


Рис. 3. Лушпинність насіння соняшнику гібриду Хайсан 254 за використання біопрепарату Мікофренд, ВПДСС, 2023–2025 рр.

Із отриманих результатів досліджень витікає, що лушпинність істотно впливає на олійність насіння – чим менший її показник тим більший уміст у ньому олії. Тобто між цими складовими якості насіння існує зворотний зв'язок, який демонструє позитивну їх зміну під впливом використання біопрепарату Мікофренд.

Стосовно маси 1000 насінин соняшнику, яка зазвичай у сучасних гібридів коливається у межах 50–75 г, у проведених нами дослідах за використання біопрепарату Мікофренд вона зросла порівняно з контролем на 9,1 г і становить 71,5 г (рис. 4).

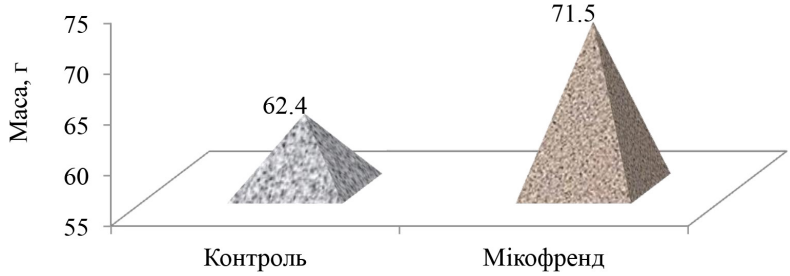


Рис. 4. Маса 1000 насінин соняшнику гібриду Хайсан 254 за використання біопрепарату Мікофренд, ВПДСС, 2023–2025 рр.

Збільшення маси насіння під впливом біопрепарату свідчить про кращу ніж у контролі виповненість у ньому сім'янки порівняно з контролем, що також підвищує його цінність для переробляння.

Висновки. Використання біопрепарату Мікофренд для допосівного обробляння насіння соняшнику сприяє підвищенню врожайності насіння на 22,1 %, збільшенню олійності на 2,6 %, зменшенню лушпинності на 1,8 % і зростанню маси 1000 насінин на 9,1 г порівняно з контролем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Rouphael Y., Colla G. Microbial consortia for sustainable agriculture: A meta-analysis of sunflower case studies. *Sustainability*. 2023. 15(4). 3256. https://doi.org/10.3390/su15043256

2. Smith S. E., Read D. J. Mycorrhizal Symbiosis. 3rd ed. Amsterdam: Academic Press, 2008. 787 p.

3. Домарацький Є. О., Добровольський А. В., Базалій В. В., Пічура В. І., Домарацький О. О. Соняшник: екологічні шляхи оптимізації його живлення: монографія. Херсон: Олді-Плюс, 2020. 160 с.

4. Gianinazzi S., Gollotte A., Binet M. N., van Tuinen D., Redecker D., Wipf D. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. *Mycorrhiza*. 2010. 20(8). 519–530. https://doi.org/10.1007/s00572-010-0333-3

5. Домарацький Є. О., Козлова О. П., Базалій В. В. Агробіологічне обґрунтування застосування біопрепаратів в технології вирощування соняшнику: монографія. Херсон : Олді-Плюс, 2019. 184 с.

6. Вожегова Р. А. та ін. Динаміка показників продукційного процесу рослин соняшнику залежно від густоти стояння рослин та мікродобрив. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 97. С. 52–59.

7. Augé R.M. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*. 2001. 11(1). 3–42. https://doi.org/10.1007/s005720100097

8. Zhang X., Wu X., Zhang S., Xing Y., Wang R., Li R. The influence of arbuscular mycorrhizal fungi on sunflower growth under drought stress. *Journal of Plant Nutrition*. 2019. 42(8). 935–948. https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1577789

9. Kovár M., Černý I., Ernst D. Analysis of relations between crop temperature indices and yield of different sunflower hybrids foliar treated by biopreparations. *Agriculture (Poľnohospodárstvo*). 2016. 62(1). 28–40.

10. Домарацький О. О., Сидякіна О. В., Іванів М. О., Добровольський А. В. Біопрепарат нового покоління групи Хелафіт у технології вирощування гібридів соняшнику на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 51–56.

11. Юркевич Є. О., Валентюк Н. О., Петренко С. О., Родіонов А. В., Грабовецька О. А. Ефективність застосування біопрепаратів при вирощуванні соняшнику кондитерського в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 118–125. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.18

12. Борисенко В. В. Вплив ширини міжрядь на густоту посіву, на лушпинність, масу натуру сім'янок соняшнику. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2017. Вип. 91(1). С. 218–226.

13. Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н., Чехов А. В., Федорчук М. І. Олійні культури в Україні. Навчальний посібник. Київ : Основа, 2008. 420 с.

14. Рожков А., Калінов О. Урожайність та якість насіння соняшнику залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. 2024. № 131. С. 16.

Дата першого надходження статті до видання: 26.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.111»324»:631.81:631.445.4(251.1–17:477)
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.23

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ CULTAN В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ

Ткаліч Ю. І. *– д.с.-г.н.,*
проректор з наукової та інноваційної діяльності, професор кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0003-2208-0163
Денисенко А. В. *– аспірант кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,*
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна
orcid.org/0009-0003-3645-1487

Актуальність статті зумовлена ключовою роллю пшениці озимої в зерновому виробництві України, особливо в посушливому Північному Степу, де ефективність азотних добрив обмежена значними втратами (30–85 %) через волатилізацію, утворення ґрунтової кірки та брак вологи. Традиційні методи (обприскування КАС, розкидання гранульованих форм, метод Бузницького) не забезпечують стабільного живлення в критичні фази (кущіння–колосіння), знижуючи коефіцієнт використання азоту до 50 % і менше. Інноваційна технологія CULTAN (контрольоване тривале амонійне живлення) усуває ці недоліки завдяки глибокому ін'єкційному внесенню КАС на 6–10 см, пролонгованій дії (70–90 діб) та мінімальним втратам. Метою дослідження було наукове обґрунтування найефективнішого способу прикореневого азотного підживлення (N_{60}) для максимізації врожайності пшениці озимої в умовах Північного Степу. Польові досліди (2023–2025 рр., ТОВ «Преображенівське», Дніпропетровська обл.) включали 8 варіантів: контроль, традиційні схеми та варіанти з повним/частковим застосуванням CULTAN. Вивчали і визначали біометричні показники рослин пшениці, фотосинтетичний потенціал, формування елементів структури урожаю, урожайність та економічну ефективність вирощування зерна за стандартними методиками. Результати показали, що одноразове весняне внесення CULTAN КАС забезпечило найкращі показники: індекс листкової площі – 6,8 (+79 % до контролю), фотосинтетичний потенціал – 5,08 млн $м^2$ · добу/га (+79 %), коефіцієнт кущення – 3,0, густота стеблостою – 848 шт./$м^2$ (+57 % до традиційних). Середня урожайність склала 4,80 т/га (+73 % до контролю, +45–56 % до традиційних); у посушливих 2024–2025 рр. – 3,55–3,70 т/га (вдвічі вище традиційних). Рентабельність досягла 208 %, чистий прибуток – 31 450 грн/га (у 2,5–3 рази вище традиційних). Висновки підтверджують перевагу CULTAN для стабільної високої врожайності в посушливих умовах. Перспективи: оптимізація норм і строків внесення залежно від попередника та сорту, оцінка довгострокового впливу на ґрунт, порівняння з іншими пролонгованими формами добрив та розробка інтегрованих систем живлення з урахуванням кліматичних змін.

Ключові слова: *пшениця озима, азотне живлення, технологія CULTAN, КАС, урожайність, економічна ефективність.*

Tkalitych Yu. I., Denysenko A. V. Effectiveness of root protection of winter wheat using cultan technology in the Northern Steppe

The relevance of the article is due to the key role of winter wheat in Ukraine's grain production, especially in the arid Northern Steppe, where the efficiency of nitrogen fertilizers is limited by significant losses (30–85 %) due to volatilization, soil crust formation, and moisture deficiency. Traditional methods (spraying UAN, broadcasting granular forms, Buznytsky method) do not provide stable nutrition during critical phases (tillering–heading), reducing the

© Ткаліч Ю. І., Денисенко А. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

nitrogen utilization coefficient to 50 % or less. The innovative CULTAN technology (Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition) eliminates these drawbacks through deep injection of UAN at 6–10 cm, prolonged action (70–90 days), and minimal losses. The aim of the study was to scientifically substantiate the most effective method of localized nitrogen fertilization (N_{60}) *for maximizing winter wheat yield in the Northern Steppe conditions. Field experiments (2023–2025, LLC "Preobrazhenivske", Dnipropetrovsk region) included 8 variants: control, traditional schemes, and variants with full/partial application of CULTAN. Researchers studied and determined biometric indicators of wheat plants, photosynthetic potential, formation of yield structure elements, yield, and economic efficiency of grain production using standard methods. Results showed that single spring application of CULTAN UAN provided the best indicators: leaf area index – 6.8 (+79 % compared to control), photosynthetic potential – 5.08 million* $m^2 \cdot$ *days/ha (+79 %), tillering coefficient – 3.0, productive stem density – 848 plants/*m^2 *(+57 % compared to traditional). Average yield was 4.80 t/ha (+73 % to control, +45–56 % to traditional); in dry 2024–2025 years – 3.55–3.70 t/ha (twice higher than traditional). Profitability reached 208 %, net profit – 31,450 UAH/ha (2.5–3 times higher than traditional). Conclusions confirm the superiority of CULTAN for stable high yields in arid conditions. Prospects: optimization of rates and timing of application depending on predecessor and variety, assessment of long-term impact on soil, comparison with other prolonged nitrogen fertilizer forms, and development of integrated nutrition systems considering climate change.*

Key words: *winter wheat, nitrogen nutrition, CULTAN technology, UAN, yield, economic efficiency.*

Актуальність теми дослідження. Пшениця озима є однією з ключових зернових культур в Україні, особливо в степовій зоні, де вона займає значні посівні площі та забезпечує основну частку виробництва зерна. Однак у посушливих степових умовах ефективність азотного удобрення пшениці озимої залежить не тільки від дози та форми добрив, але передусім від швидкості й тривалості забезпечення рослин азотом у критичні періоди розвитку – кущіння, вихід у трубку та колосіння. Саме в ці фази рослини споживають найбільше азоту: до 28 % під час кущіння, близько 36 % під час виходу в трубку та ще 12–16 % у період колосіння й наливу зерна, що безпосередньо впливає на формування продуктивного стеблостою, озерненості колоса, маси 1000 зерен та загальної врожайності [1–6].

У Степу України, з його обмеженим зволоженням, високими температурами та ризиком посухи, традиційні способи внесення азотних добрив часто супроводжуються значними непродуктивними втратами елемента – через випаровування аміаку, денітрифікацію, вимивання нітратів або недостатнє засвоєння за браку вологи. Ці втрати можуть сягати 30–50 %, що знижує коефіцієнт використання азоту рослинами до 50 % і менше, призводить до економічних збитків та негативного екологічного впливу. Водночас сучасні інтенсивні сорти пшениці мають високий потенціал продуктивності (до 10–12 т/га за оптимальних умов), але його реалізація вимагає точного й пролонгованого азотного живлення саме в критичні фази [7–16].

Постановка проблеми. До традиційних методів прикореневого підживлення пшениці озимої азотними добривами належать внесення зерновими сівалками за методом Бузницького, який вважається найефективнішим згідно з численними науковими дослідженнями, оскільки тверді добрива розміщуються безпосередньо біля коренів, швидко засвоюються кореневою системою та активно беруть участь у біохімічних процесах рослин, а додатково цей спосіб руйнує ґрунтову кірку, покращує аерацію ґрунту та зменшує втрати вологи, хоча має недолік у вигляді травмування коренів дисками сівалки, що призводить до зменшення продуктивного стеблостою; розкидання твердих добрив центробіжними розкидачами вітчизняного чи імпортного виробництва, яке є найоперативнішим для обробки великих площ, але характеризується низькою рівномірністю внесення; а також обприскування водними розчинами КАС за допомогою штангових агрегатів із

спеціальними розпилювачами на 3–5 отворів, що є найпродуктивнішим методом, дозволяючи одному широкозахватному обприскувачу обробити до 400 га за добу, проте супроводжується втратами азоту, залежністю від достатньої вологи в верхньому шарі ґрунту та ризиком «опіків» листя з подальшим жовтінням і висиханням при наявності роси чи опадів, що врешті знижує врожайність зерна [17–19].

Усі ці недоліки повністю усуває інноваційний метод CULTAN (Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition – контрольоване тривале амонійне живлення), який забезпечує відсутність випаровування азоту з розчинів КАС, мінімальні непродуктивні втрати завдяки зберіганню добрив у ґрунті, поступове бактеріальне розкладання для пролонгованого живлення рослин протягом усієї вегетації, локальне розміщення азоту біля коренів з високою рівномірністю без надлишкових концентрацій, миттєве засвоєння амонійного та нітратного азоту без додаткової вологи, повну відсутність контакту з надземними частинами рослин і відповідно «опіків», стимуляцію розвитку кореневої системи в глибших вологих шарах, підвищену доступність поживних елементів навіть за пересихання поверхневого шару, ідеальну сумісність з технологією No-Till при наявності мульчі з рослинних решток, покращення аерації важких глинистих ґрунтів з руйнуванням кірки, зменшення росту бур'янів та фіксації азоту органічною частиною ґрунту, що в підсумку підвищує коефіцієнт використання добрив на 10–15 %, а також екологічність завдяки мінімальному впливу на довкілля та створенню численних мікротріщин глибиною до 16 см. Цей метод ефективно поєднує переваги локального внесення добрив з одночасною аерацією прикореневої зони та базується на використанні спеціального інжекторного колеса, яке за один прохід вводить повну розрахункову норму азоту у вигляді КАС безпосередньо в ризосферу на глибину 6–8 см, при цьому доза точно контролюється бортовим комп'ютером з урахуванням актуального вмісту мінерального азоту в ґрунті.

Мета дослідження полягає в науковому обґрунтуванні та визначенні найефективнішого способу і форми прикореневого підживлення для формування максимальної врожайності зерна пшениці озимої в умовах Північного Степу України.

Методика досліджень. Дослідження проводили упродовж 2023–2025 років. Польові досліди проводили на землях ТОВ «Преображенівське», що розташоване в селі Преображенка Павлоградського району Дніпропетровської області.

Схема польового досліду з вивчення ефективності технології CULTAN була закладена за такою схемою:

1) Контроль (без добрив).
2) CULTAN КАС в фазі кущіння восени (N_{30}) + навесні в фазі кущення (N_{30}).
3) Обприскування КАС в фазі кущення навесні (N_{60}).
4) Обприскування КАС восени (N_{30}) + CULTAN КАС навесні в фазі кущення (N_{30}).
5) CULTAN КАС навесні в фазі кущення (N_{60}).
6) Метод Бузницького навесні аміачна селітра (N_{60}).
7) Метод Бузницького навесні сульфат амонію (N_{60}).
8) Метод Бузницького восени аміачна селітра (N_{30}) + КАС CULTAN навесні в фазі кущення (N_{30}).

У рамках дослідження аналізували вплив різних агротехнічних заходів, зокрема способів і форм прикореневого азотного підживлення, на ріст та розвиток рослин пшениці озимої, формування елементів структури врожаю, рівень урожайності зерна, а також економічну ефективність технологій її вирощування.

Дослідження здійснювали з застосуванням сучасних польових, вимірювально-вагових, лабораторно-аналітичних та математично-статистичних методів

відповідно до встановлених і загальноприйнятих методик проведення агрономічних експериментів [20–24].

Біометричні спостереження, вимірювання та облік елементів структури врожаю пшениці озимої здійснювали відповідно до загальноприйнятих в Україні та міжнародних методик, рекомендацій наукових установ Національної академії аграрних наук України [20–22].

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин пшениці озимої проводили систематично з інтервалом 3–5 діб, фіксуючи дати настання ключових фаз розвитку: сходів, появи третього листка, початку та повного кущіння, виходу в трубку, появи прапорцевого листка, колосіння, молочної, воскової та повної стиглості зерна, використовували також шкалу ВВСН.

Висоту рослин вимірювали у фазі повної стиглості (ВВСН 89), визначаючи відстань від поверхні ґрунту до верхівки колоса (без остюків) на 30 випадково відібраних типових рослинах з кожного повторення.

Густоту продуктивного стеблостою обліковували двічі: навесні після відновлення вегетації (ВВСН 21–29) та перед збиранням врожаю (ВВСН 75–87). Облік проводили на фіксованих площадках розміром 0,25 м^2 (50 × 50 см) у чотирьох несистематичних місцях кожної ділянки, підраховуючи загальну кількість стебел та кількість продуктивних (тих, що сформували колос). Кількість рослин на одиницю площі (1 м^2) визначали навесні на тих самих облікових площадках.

Площу листкової поверхні вимірювали у фазі прапорцевого листка (ВВСН 39) та молочної стиглості (ВВСН 75) методом висікання: з 20 типових рослин зрізали всі листки, визначали їх площу за допомогою портативного фотопланометра Li-Cor LI-3000C, після чого розраховували площу листкової поверхні на 1 м^2 посіву та фотосинтетичний потенціал за відповідний період.

Суху надземну біомасу обліковували в ті ж фази, що й листкову поверхню. Рослини зрізали на рівні поверхні ґрунту, фракціонували на листя, стебла та колос (у фазі молочної стиглості зерно виділяли окремо), висушували до постійної маси при температурі 65–70 °С і зважували. На основі отриманих даних розраховували чисту фотосинтетичну продуктивність (ЧФП).

Облік елементів структури врожаю пшениці озимої здійснювали перед збиранням врожаю з тих самих фіксованих площадок розміром 0,25 м^2 або на основі 50 випадково відібраних рослин із кожного повторення. Довжину колосу вимірювали лінійкою з точністю до 0,1 см, кількість колосків у колосі підраховували вручну, а кількість зерен у колосі визначали шляхом перерахунку після обмолоту 50 колосів. Масу зерна з одного колосу та масу 1000 зерен визначали на лабораторних вагах з точністю 0,01 г після доведення вологості зерна до стандартних 14 %, а натуру зерна вимірювали літровою пуркою відповідно до ДСТУ 4522:2006. Продуктивну кущистість розраховували як співвідношення кількості продуктивних стебел до кількості перезимувалих рослин, а коефіцієнт продуктивного кущіння – як середню кількість колосоносних стебел на одну рослину. Усі біометричні вимірювання виконували в чотирикратній повторності, а статистичну обробку отриманих даних проводили методами дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу [25].

Збирання врожаю на дослідних ділянках розміром 6 × 20 м (0,012 га) проводили малогабаритним комбайном Сампо-500 в період повної стиглості зерна (вологість 13,5–14,5 %) у другій–третій декаді липня залежно від року досліджень. Урожайність з облікової площі перераховували на гектар при стандартній вологості 14 % та 100 % чистоті зерна. Отримані дані використовували для розрахунку приросту

врожайності, коефіцієнта використання поживних речовин та економічної ефективності досліджуваних варіантів [25].

Визначення економічної ефективності впровадження досліджуваних агротехнічних заходів проводили за методикою Національного наукового центру «Інститут аграрної економіки» НААН України з урахуванням актуальних технологічних карт, цін на матеріально–технічні ресурси, зерно та побічну продукцію станом на 2023–2025 рр. [26, 27].

Погодні умови в роки проведення досліджень були надзвичайно контрастними за гідротермічним режимом: у 2023 році весняно-літній період був близьким до оптимального (сума опадів за березень–червень становила 186 мм, ГТК – 1,18, тривалі суховії відсутні), натомість 2024 та 2025 роки стали типовими прикладами екстремальної посухи – опади за той самий період не перевищували 62–78 мм, температура в травні–червні нерідко сягала +35…+39 °С, а верхній шар ґрунту (0–10 см) вже з другої декади квітня пересихав до повітряно-сухого стану

Результати досліджень. Як свідчать результати наших досліджень (табл. 1), за однакової дози азоту (N_{60}) розвиток асиміляційного апарату та біометричні характеристики пшениці озимої в умовах Північного Степу залежали не стільки від загальної кількості внесеного азоту, скільки від стабільності та тривалості забезпечення рослин доступними формами азоту в критичний період від кущіння до колосіння.

Традиційні способи внесення (варіанти 3, 6, 7) – поверхневе обприскування карбамідно-аміачною сумішшю (КАС) та розкидання гранульованих добрив – дали лише помірне покращення показників: висота рослин становила 86,3–88,7 см (+10–13 % порівняно з контролем), площа листкової поверхні – 242–258 см² (+31–40 %), індекс листкової площі (LAI) – 4,5–4,7 (+18–24 %), фотосинтетичний потенціал – 3,42–3,61 млн м^2 · добу/га (+20–27 %), а вміст хлорофілу – 41,6–42,8 SPAD (+9–12 %). Обмежений ефект пояснюється швидким втрачанням доступного азоту протягом перших 15–20 діб після внесення внаслідок волатилізації та утворення ґрунтової кірки, що спричиняло передчасне старіння нижніх листків і недостатній розвиток прапорцевого листка – головного джерела асимілятів для наливу колоса.

Натомість технологія CULTAN з використанням КАС у всіх досліджуваних варіантах забезпечила формування значно потужнішого асиміляційного апарату. Найвищі значення показників зафіксовано за одноразового весняного ін'єкційного внесення CULTAN КАС (N_{60}) – варіант 5:

– висота рослин досягла 102,8 см (+31 % до контролю та +14–16 см порівняно з традиційними схемами);

– площа листкової поверхні однієї рослини – 354 см^2 (+92 % до контролю та +37–46 % до варіантів 3, 6, 7).

– індекс листкової площі – 6,8 (+79 % порівняно з контролем та +45–51 % відносно традиційних схем);

– фотосинтетичний потенціал – 5,14 млн м^2 · добу/га (+81 % до контролю та +42–50 % до традиційних варіантів);

– вміст хлорофілу в прапорцевому листку – 52,7 SPAD (+38 % до контролю та +23–27 % до традиційних схем).

Ця значна перевага пояснюється пролонгованою (70–90 діб) та стабільною подачею азоту безпосередньо в зону активних коренів, що забезпечувало підтримання високого тургору рослин, інтенсивний синтез хлорофілу та затримку процесів старіння листків аж до повного наливу зерна.

Комбіновані схеми з частковим використанням технології CULTAN (варіанти 2, 4, 8) посідали проміжне місце за величиною показників (індекс листкової

Таблиця 1

Вплив різних технологій прикореневого внесення азотних добрив на біометричні характеристики та розвиток фотосинтетичного апарату пшениці озимої в середньому за 2023–2025 рр., (фаза колосіння)

№ п/п	Технологія внесення КАС	Висота рослин, см	Площа листкової поверхні 1 рослини, $см^2$	Індекс листкової поверхні	Фотосинтетичний потенціал, млн $м^2$ · добу/га	Вміст хлорофілу (SPAD) у прапорцевому листку
1	Контроль (без добрив)	78,4	184	3,8	2,84	38,2
2	CULTAN КАС восени (N_{30}) + навесні в фазі кущіння (N_{30})	96,2	312	5,9	4,38	48,6
3	Обприскування КАС навесні в фазі кущіння (N_{60})	88,7	258	4,7	3,61	42,8
4	Обприскування КАС восени (N_{30}) + CULTAN КАС навесні (N_{30})	98,4	328	6,2	4,62	50,1
5	CULTAN КАС навесні в фазі кущіння (N_{60}) – найкращий	102,8	354	6,8	5,14	52,7
6	Метод Бузницького навесні аміачна селітра (N_{60})	86,3	242	4,5	3,42	41,6
7	Метод Бузницького навесні сульфат амонію (N_{60})	87,300	248	4,6	3,51	42,2
8	Метод Бузницького восени аміачна селітра (N_{30}) + CULTAN КАС навесні (N_{30})	94,1	298	5,6	4,18	47,3
НІР$_{0,05}$		3,2	18	0,4	0,31	1,8

поверхні 5,6–6,2; фотосинтетичний потенціал 4,18–4,62 млн $м^2$ · добу/га), проте навіть у цих випадках значення суттєво перевищували ті, що отримані за традиційними технологіями внесення добрив.

За однакової дози азоту (N_{60}) фотосинтетичний потенціал (ФП) посівів пшениці озимої формується принципово по-різному залежно від стабільності забезпечення рослин азотом у період від виходу в трубку до повної стиглості – саме в цій фазі створюється 70–80 % урожаю (табл. 2).

Традиційні способи внесення (варіанти 3, 6, 7) – поверхневе обприскування карбамідно-аміачною сумішшю (КАС) та розкидання гранульованих добрив – забезпечили сумарний ФП на рівні лише 3,25–3,41 млн $м^2$ · добу/га, що перевищувало контроль всього на 14–20 %. Особливо виражене відставання виявлено в критичний період від колосіння до повної стиглості: ФП становив 0,88–0,93 млн $м^2$ · добу/га порівняно з 0,78 млн у контролі.

Такі обмежені показники зумовлені швидким вичерпанням доступних форм азоту вже до початку колосіння внаслідок значних втрат (волатилізація, утворення грунтової кірки), що спричиняло передчасне старіння прапорцевого та верхніх ярусів листків і різке зниження фотосинтетичної активності саме в фазі наливу зерна.

Таблиця 2

Формування фотосинтетичного потенціалу посівів пшениці озимої за різних систем азотного живлення (середні дані за 2023–2025 рр.)

№ п/п	Технологія внесення КАС	Фотосинтетичний потенціал за міжфазні періоди, млн м^2 · добу/га (кущіння–повна стиглість)	Фотосинтетичний потенціал за всю вегетацію, млн м^2 · добу/га	Зростання ФП порівняно з контролем, %	Зростання ФП порівняно з традиційними схемами (3,6,7), %
1	Контроль (без добрив)	0,92	1,14	0,78	2,84
2	CULTAN КАС восени (N_{30}) + навесні в фазі кущіння (N_{30})	1,38	1,72	1,28	4,38
3	Обприскування КАС навесні в фазі кущіння (N_{60})	1,12	1,36	0,93	3,41
4	Обприскування КАС восени (N_{30}) + CULTAN КАС навесні (N_{30})	1,46	1,84	1,36	4,66
5	CULTAN КАС навесні в фазі кущіння (N_{60}) – найкращий	1,58	1,98	1,52	5,08
6	Метод Бузницького навесні аміачна селітра (N_{60})	1,08	1,29	0,88	3,25
7	Метод Бузницького навесні сульфат амонію (N_{60})	1,10	1,32	0,90	3,32
8	Метод Бузницького восени аміачна селітра (N_{30}) + CULTAN КАС навесні (N_{30})	1,34	1,68	1,22	4,24
НІР$_{0,05}$		0,09	0,11	0,10	0,28

Натомість технологія CULTAN з використанням КАС у всіх досліджуваних варіантах забезпечила формування значно вищого та тривалішого фотосинтетичного потенціалу (ФП). Найкращий результат показано за одноразового весняного ін'єкційного внесення CULTAN КАС (N_{60}) – варіант 5: сумарний ФП за весь період вегетації склав 5,08 млн м^2 · добу/га (+79 % до контролю та +41–49 % порівняно з традиційними схемами).

Особливо цінним є те, що в критичний період від колосіння до повної стиглості ФП досяг 1,52 млн м^2 · добу/га – на 63–73 % вище, ніж за традиційних схем, і майже вдвічі вище контролю. Ця перевага пояснюється пролонгованим (70–90 діб) вивільненням азоту безпосередньо в зоні активної кореневої системи, що підтримувало високий рівень хлорофілу, затримувало процеси старіння листків і забезпечувало стабільне надходження асимілятів до зерна протягом усієї фази наливу.

Комбіновані схеми з частковим застосуванням CULTAN (варіанти 2, 4, 8) посідали проміжне місце за величиною ФП (4,24–4,66 млн м^2 · добу/га), проте навіть вони на 24–36 % перевищували показники традиційних технологій.

Отримані результати однозначно підтверджують, що саме одноразове весняне внесення CULTAN КАС (N_{60}) формує максимально високий і тривалий фотосинтетичний потенціал посівів пшениці озимої (5,08 млн м^2 · добу/га), особливо в вирішальний період наливу зерна. Це створює фізіологічну основу для стабільно високої

врожайності в посушливих умовах Північного Степу України. Традиційні схеми внесення добрив через швидке вичерпання доступного азоту не дозволяють повною мірою реалізувати продуктивний потенціал культури в другій половині вегетації.

Період відновлення вегетації та виходу в трубку є критичним для формування продуктивних пагонів, оскільки в цей час рослини мають максимальну потребу в доступних формах азоту. У посушливі роки традиційні схеми внесення (варіанти 3, 6, 7) через значні втрати азоту (70–85 % у перші дні після застосування) не змогли забезпечити рослини необхідним живленням у потрібний момент.

Внаслідок цього на початку виходу в трубку сформувалося лише 4,2–4,4 продуктивних пагони на рослину, а до збирання зберігалося 2,2–2,4. Коефіцієнт продуктивного кущення становив 1,9–2,0, а густота продуктивного стеблостою – 542–568 шт./м^2. У гостро посушливих 2024–2025 рр. ці показники знизилися ще більше – до 1,6–1,8, тобто практично до рівня контролю (без азотного підживлення).

Технологія CULTAN з використанням КАС продемонструвала принципово інші результати порівняно з традиційними схемами. За одноразового весняного ін'єкційного внесення CULTAN КАС (N_{60}) – варіант 5 – середні показники за три роки досліджень були значно вищими: на початку виходу в трубку сформувалося 6,5 пагонів на одну рослину, перед збиранням зберіглося 4,5 продуктивних пагонів (втрати становили лише 31 % проти 45–50 % у традиційних схемах), коефіцієнт продуктивного кущення досяг 3,0, а густота продуктивного стеблостою склала 848 шт./м^2 (+88 % до контролю та +49–57 % до традиційних схем). Навіть в екстремально посушливих 2024–2025 роках цей варіант зберіг коефіцієнт кущення вище 2,7 та густоту стеблостою понад 780 шт./м^2. Така виняткова стабільність пояснюється тим, що ін'єкційне внесення на глибину 8–10 см розміщувало азот безпосередньо у вологій зоні кореневої системи, повністю виключало втрати за відсутності опадів і забезпечувало пролонговане вивільнення азоту саме в період інтенсивного весняного кущення та виживання пагонів.

Комбіновані варіанти з частковим застосуванням CULTAN (2, 4, 8) у середньому за три роки дали коефіцієнт кущення 2,5–2,8 та густоту стеблостою 694–774 шт./м^2, що також суттєво перевищувало показники традиційних технологій. Отримані дані однозначно свідчать, що лише одноразове весняне внесення CULTAN КАС (N_{60}) здатне максимально реалізувати потенціал весняного кущення пшениці озимої навіть в екстремально посушливі роки, формуючи на 49–57 % густіший продуктивний стеблостій порівняно з традиційними схемами, які в умовах Північного Степу в посушливі сезони практично не впливають на цей важливий показник.

У відносно сприятливому за зволоженням 2023 році всі досліджувані технології азотного підживлення продемонстрували виражений позитивний ефект. Контрольний варіант (без азоту) забезпечив урожайність 4,90 т/га, традиційні поверхневі схеми (обприскування КАС та розкидання гранульованих добрив) дали 5,35–5,60 т/га, комбіновані варіанти з частковим застосуванням технології CULTAN КАС – 6,60–6,90 т/га, а найвищий результат показало одноразове внесення CULTAN КАС у фазу кущення – 7,15 т/га. За достатньої вологи рослини ефективно засвоювали азот навіть із поверхневого шару ґрунту, тому переваги різних технологій були значними, але ще не критичними (табл. 3, рис. 1).

У посушливих 2024 та 2025 роках ситуація змінювалася істотно. За відсутності опадів після внесення традиційні поверхневі схеми виявилися практично неефективними: обприскування КАС та розкидання аміачної селітри чи сульфату амонію забезпечили урожайність лише 1,85–2,20 т/га, що перевищувало контроль (1,65–1,75 т/га) всього на 0,10–0,55 т/га. Втрати азоту через волатилізацію аміаку

Таблиця 3

Урожайність пшениці м'якої озимої за різних технологій прикореневого внесення азотних добрив (N_{60}), середні дані за 2023–2025 роки

№ п/п	Технологія підживлення	Урожайність, т/га				Приріст до контролю (середнє), т/га
		2023	2024	2025	середнє	
1	Контроль (без добрив)	4,90	1,65	1,75	2,77	–
2	CULTAN КАС восени (N_{30}) + навесні в фазі кущіння (N_{30})	6,75	3,10	3,25	4,37	1,60
3	Обприскування КАС навесні в фазі кущіння (N_{60})	5,35	1,92	2,00	3,09	0,32
4	Обприскування КАС восени (N_{30}) + CULTAN КАС навесні (N_{30})	6,90	3,25	3,35	4,50	1,73
5	CULTAN КАС навесні в фазі кущіння (N_{60})	7,15	3,55	3,70	4,80	2,03
6	Метод Бузницького навесні аміачна селітра (N_{60})	5,60	2,10	2,20	3,30	0,53
7	Метод Бузницького навесні сульфат амонію (N_{60})	5,40	1,85	1,95	3,07	0,30
8	Метод Бузницького восени аміачна селітра (N_{30}) + CULTAN КАС навесні (N_{30})	6,60	3,00	3,15	4,25	1,48
НІР$_{0,05}$		0,42	0,31	0,33	0,35	–

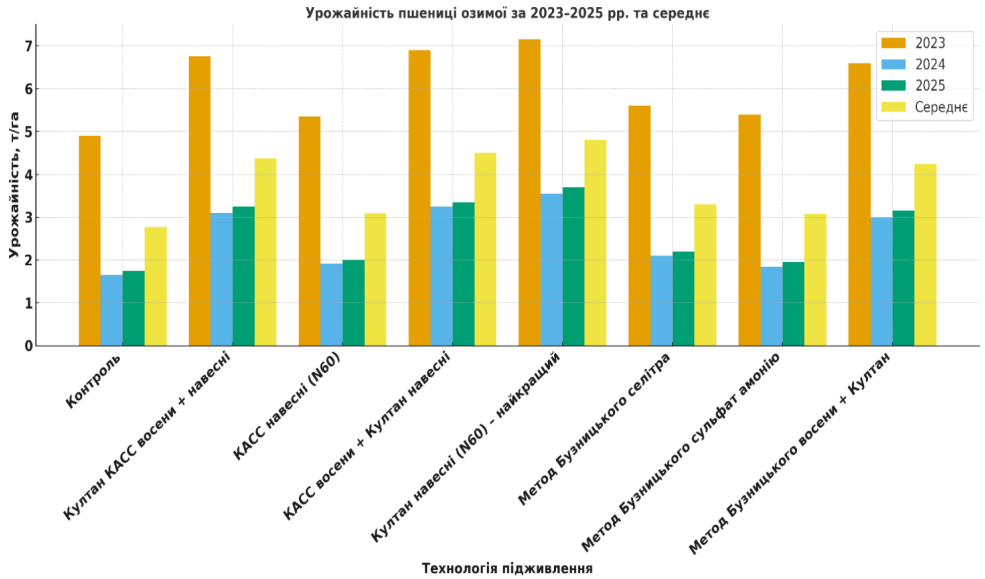


Рис. 1 Динаміка урожайності пшениці озимої за різних технологій азотного підживлення в 2023–2025 роках

та утворення ґрунтової кірки сягали 75–85 %, а коренева система рослин просто не могла засвоїти добрива з пересохлого верхнього шару ґрунту. Таким чином, урожайність у цих варіантах формувалася переважно за рахунок осінньо-зимових запасів вологи та ґрунтового азоту, а весняне підживлення майже не дало ефекту.

Натомість технологія CULTAN з використанням КАС продемонструвала значно вищу адаптивність до посухи. Одноразове ін'єкційне внесення в фазу кущення забезпечило в 2024 році 3,55 т/га, а в 2025 – 3,70 т/га, тобто в середньому вдвічі більше, ніж за традиційних схем, і на 2,0–2,1 т/га вище контролю. Зниження врожайності порівняно зі сприятливим 2023 роком становило лише 49–51 %, тоді як у традиційних варіантах – 64–67 %, а в контролі – 66 %. Така стабільність зумовлена трьома ключовими факторами: по-перше, азот одразу розміщується на глибині 8–10 см у вологій зоні коренів, де на нього не впливають суховії та високі температури; по-друге, повністю виключаються газоподібні втрати; по-третє, пролонгована дія гарантує постачання азоту рослинам протягом усього періоду від кущення до наливу зерна, що має особливе значення саме в посушливі роки.

Комбіновані схеми з частковим застосуванням CULTAN КАС (наприклад, восени плюс навесні або восени з поверхневим КАС) посідали проміжне місце: середня врожайність 4,25–4,50 т/га, що на 1,1–1,4 т/га перевищувало традиційні поверхневі варіанти, але на 0,3–0,55 т/га поступалося найкращому одноразовому внесенню.

У середньому за три контрастні роки одноразове внесення CULTAN КАС у фазу кущення сформувало врожайність 4,80 т/га – це на 1,73 т/га (73 %) більше, ніж у контролі, та на 1,50–1,73 т/га (45–56 %) вище, ніж за будь-якою традиційною схемою. Усі виявлені відмінності статистично достовірні ($НІР_{0,05}$ по роках 0,31–0,42 т/га, у середньому 0,35 т/га). Отже, лише глибоке локальне одноразове внесення пролонгованого рідкого азоту в найбільш критичну фазу кущення здатне забезпечити дійсно високу та, головне, стабільну врожайність м'якої пшениці озимої в умовах Північного Степу незалежно від характеру зволоження сезону. Традиційні ж технології в посушливі та особливо гостропосушливі роки втрачають економічну доцільність і практично не впливають на кінцевий результат.

Економічний аналіз виявив, що традиційні поверхневі схеми внесення азотних добрив (обприскування КАС та розкидання гранульованих форм) характеризуються низькою рентабельністю (69–83 %), окупністю 1 кг азоту лише 10,2–13,5 кг зерна та чистим прибутком 11090–13780 грн/га, що зумовлено значними втратами азоту в посушливі роки.

Натомість одноразове весняне ін'єкційне внесення КАС за технологією CULTAN (N_{60}) у фазу кущення забезпечило найвищий умовно чистий прибуток на рівні 31450 грн/га (на 17670–20360 грн/га більше, ніж за традиційних схем), найвищий рівень рентабельності – 208 %, найнижчу собівартість 1 т зерна – 5390 грн, а також максимальну окупність азоту – 44,2 кг зерна на 1 кг азоту.

Тобто, технологія одноразового весняного внесення CULTAN КАС (N_{60}) є економічно та енергетично найефективнішою для вирощування м'якої пшениці озимої в умовах Північного Степу України, забезпечуючи в 2,5–3 рази вищу рентабельність та на 128–139 % більший чистий дохід порівняно з традиційними поверхневими схемами.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Технологія CULTAN з одноразовим весняним ін'єкційним внесенням КАС (N_{60}, варіант 5) забезпечує значно кращий розвиток асиміляційного апарату пшениці озимої: висота рослин – 102,8 см (+31 % до контролю), площа листкової поверхні – 354 $см^2$ (+92 %), індекс листкової площі – 6,8 (+79 %), фотосинтетичний

потенціал – 5,14 млн м²·добу/га (+81 %), вміст хлорофілу – 52,7 SPAD (+38 % до контролю та +23–27 % до традиційних схем), порівняно з традиційними методами.

2. Застосування CULTAN формує вищий і триваліший фотосинтетичний потенціал (сумарний за вегетацію – 5,08 млн м²·добу/га у варіанті 5, +79 % до контролю та +41–49 % до традиційних схем), особливо в критичний період колосіння–стиглість (1,52 млн м² · добу/га, +63–73 % до традиційних), а також кращу продуктивність кущення: коефіцієнт кущення – 3,0, густота стеблостою – 848 шт./м² (+49–57 % до традиційних схем).

3. Середня урожайність зерна за одноразовим внесенням CULTAN КАС склала 4,80 т/га (+2,03 т/га або +73 % до контролю та +1,50–1,73 т/га або +45–56 % до традиційних схем); у посушливих 2024–2025 рр. – 3,55–3,70 т/га (вдвічі вище традиційних, приріст +1,8–2,0 т/га до контролю), тоді як традиційні схеми дали лише 1,85–2,20 т/га.

4. Економічна ефективність застосування CULTAN (одноразове весняне внесення N_{60}) забезпечує найвищу: рентабельність – 208 %, окупність 1 кг азоту – 44,2 кг зерна, умовно чистий прибуток – 31 450 грн/га (на 17 670–20 360 грн/га більше, ніж за традиційних схем з рентабельністю 69–83 % та прибутком 11 090–13 780 грн/га), собівартість 1 т зерна – 5 390 грн.

Перспективи подальших досліджень полягають у продовженні вивчення оптимізації технології CULTAN для пшениці озимої в умовах Північного Степу України, зокрема: визначенні найкращих норм і строків ін'єкційного внесення КАС залежно від попередника, вологозабезпечення та сортових особливостей; оцінці довгострокового впливу повторного застосування CULTAN на родючість ґрунту, мікробіологічну активність та баланс поживних речовин; порівнянні ефективності CULTAN з іншими пролонгованими формами азотних добрив (наприклад, інгібіторами нітрифікації); а також розробці економічно обґрунтованих інтегрованих систем живлення з урахуванням змін клімату та підвищення стійкості агроценозів до посухи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Крамарьов С. М. Продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої залежно від мінерального живлення в умовах лівобережного Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2014. № 6. С. 61–67.

2. Васильченко В. Тверді та рідкі мінеральні добрива: рідкі мають переваги. Агроном. 2011. № 4. С. 150–153.

3. Коткова Т. М., Довбиш Л. Л. Вплив позакореневого (фоліарного) підживлення рослин пшениці озимої на урожай і якість зерна. *Український журнал природничих наук*. 2023. № 3. С. 176–185.

4. Жемела Г. П. Добрива, урожай і якість зерна. Київ : Урожай, 1991. 136 с.

5. Рожков А. О., Бобро М. А., Рижик Т. В. Формування продуктивності колоса рослин пшениці озимої залежно від строку сівби та норми висіву. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 1–2. С. 6–11.

6. Нетіс І. Т. Вплив строків і доз підживлення пшениці озимої на врожайність і якість зерна. *Зрошуване землеробство*. 2010. № 53. С. 63–67.

7. Цилюрик О. І. Сучасні системи мульчувального обробітку ґрунту в Північному Степу : монографія Одеса : Олді+, 2023. 344 с.

8. Пальчук Н. С. Формування врожайності різними сортами пшениці озимої при вирощуванні після сої в умовах північної частини Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2014. Вип. 4. С. 156–162.

9. Гирка А. Д. Вплив локального азотного підживлення на формування показників структури врожаю озимої пшениці. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 1. С. 13–16.

10. Вожегова Р. А., Мунтян Л. В. Вплив різних доз азотного добрива та норм висіву на елементи структури врожаю сортів пшениці озимої. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 3 (86). С. 107–115.

11. Короткова І. В., Карасенко В. М. Вплив систем удобрення на вміст основних елементів живлення у ґрунті та компоненти урожаю пшениці озимої. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. Vol. 26, № 2. С. 15–20.

12. Желязков О. І. Ефективність застосування азотних добрив при вирощуванні пшениці озимої в умовах північного Степу. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2015. № 1 (1). С. 156–162.

13. Сідоренко А. В., Дударєв Д. П. Вплив позакореневого підживлення мікродобривами і карбамідом на якість зерна озимої пшениці в умовах центрального Криму. *Зрошуване землеробство*. 2012. Вип. 57. С. 74–78.

14. Попов С., Авраменко С., Шевченко Т. Ефективність прикореневого азотного підживлення пшениці озимої в умовах посушливої осені Східного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2019. Т. 97, № 5. С. 22–30.

15. Мостіпан М. І., Умрихін Н. Л. Ефективність прикореневого підживлення посівів пшениці озимої в Північному Степу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 10. С. 72–78.

16. Вожегова Р. А., Нетіс І. Т., Онуфран Л. І., Сахацький Г. І., Шарата Н. Г. Зміна клімату та аридизація Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 7. С. 16–20.

17. Войновський В. Технологія CULTAN та машини для внесення рідких мінеральних добрив. Пропозиція. 2020. № 4 (20). С. 139–141.

18. Войновський В., Пономаренко О. Ефективність застосування технології внесення добрив Культан. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2021. Вип. 28 (42). С. 249–258.

19. Kozlovský O., Balík J., Černý J., Kulhánek M., Kos M., Prášilová M. Influence of nitrogen fertilizer injection (CULTAN) on yield, yield components formation and quality of winter wheat grain. Plant, Soil and Environment. 2009. Vol. 55, № 12. P. 536–543.

20. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Вища школа, 1994. 334 с.

21. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А. Методика польового досліду : навч. посіб. Одеса : Олді Плюс+, 2024. 448 с.

22. Мазур В. А., Липовий В. Г., Мордванюк М. О. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посібник. Вінниця : ТВОРИ, 2020. 204 с.

23. Методика експериментальних досліджень технологічного процесу внесення мінеральних добрив машинами обладнаними ТОН / В. М. Добрив та ін. *Інноваційне забезпечення виробництва органічної продукції в АПК : матеріали VIII-ї Міжнар. наук. конф. (Київ, 11–14 серпня 2020 р.)*. Київ : НУБіП, 2020. С. 131.

24. Макаренко Н. О., Вакал С. В. Методи експериментальних досліджень ефективності екологічно безпечних мінеральних добрив. *Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського*. 2011. Вип. 6. С. 71.

25. Ольховський Г., Бобро М., Чечуй О. Детальний метод визначення структури врожаю пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2019. Т. 97, № 12. С. 22–29.

26. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва) : монографія / В. І. Бойко та ін. ; за ред. В. І. Бойка. Київ : ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.

27. Формування нормативних витрат і доходів та баланси сільськогосподарської продукції в Україні та інших країнах світу / за ред. О. М. Шпичака. Київ : ІАЕ, 2003. 484 с.

Дата першого надходження статті до видання: 08.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 13.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 632.938.1:635.63:631.544.4
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.24

БІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ОСНОВНИХ ХВОРОБ ОГІРКА В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Урсал В. В. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-8562-0406
Ходос Т. А. *– д.філос.,*
старший викладач кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/ 0000-0002-7744-1424

Культивування огірка в захищеному ґрунті супроводжується інтенсивним розвитком фітопатогенів, що здатні знижувати продуктивність на 30–50 %. Тепличні умови – підвищена вологість, обмежена вентиляція, висока щільність рослин – створюють сприятливе середовище для розвитку хвороб. Тривале застосування хімічних фунгіцидів формує резистентні популяції патогенів і накопичує залишки пестицидів у продукції. Через зростаючі вимоги до екологічної безпеки актуальним є використання біологічних систем захисту рослин.

Метою досліджень було вивчення впливу мікробіологічних препаратів різних груп, окремо та в комбінації, на розвиток основних фітопатологій огірка в плівкових теплицях Лісостепу України (гібрид Пікскор F1). Дослід проведено методом повної рандомізації з триразовим повторенням, включав 11 варіантів: контроль, хімічний еталон, три монопрепарати (Trichoderma spp., Pseudomonas spp., Bacillus spp.) та шість комбінованих схем для передпосівної обробки насіння і вегетаційних внесень.

Фітопатологічний моніторинг показав домінування пероноспорозу (40,2 %), борошнистої роси (24,8 %) та ґрунтових патогенів (20,1 %). Бактеріальні збудники становили 9,9 %, інші патогени – 5,0 %. Монопрепарати знижували розвиток хвороб на 25–40 %, найефективнішим був Pseudomonas aureofaciens (ґрунтові патогени – 10 %, пероноспороз – 18 %, борошниста роса – 16 %). Комбіновані схеми були ще ефективнішими (на 15–20 % вище), оптимальна – Trichoderma перед посівом + Pseudomonas у вегетації, що знижувало розвиток ґрунтових патогенів до 7 %, пероноспорозу – до 9 %, борошнистої роси – до 10 %, бактеріозів – до 3 %. Частка некондиційної продукції становила 14 %, близько до хімічного еталону (17 %).

Висока ефективність комбінованих систем пояснюється синергією механізмів: Trichoderma оздоровлює ризосферу через міколітичний паразитизм та конкурентне витіснення, Pseudomonas контролює аерогенні інфекції через продукування феназинів і сидерофорів, Bacillus пригнічує борошнисту росу через ліпопептидні антибіотики. Комбіновані біологічні системи захисту можуть бути рекомендовані як екологічно обґрунтована альтернатива хімічним фунгіцидам у органічному та інтегрованому вирощуванні огірка.

Ключові слова: *біологічний захист рослин, огірок, захищений ґрунт, мікробні антагоністи, фітопатогени.*

Khodos T. A., Ursal V. V. Biological control of major cucumber diseases under protected cultivation

The cultivation of cucumbers in protected soil is accompanied by the intensive development of phytopathogens that can reduce productivity by 30–50 %. Greenhouse conditions – high humidity, limited ventilation, and high plant density – create a favorable environment for the development of diseases. The prolonged use of chemical fungicides leads to the formation of resistant populations of pathogens and the accumulation of pesticide residues in the produce.

© Урсал В. В., Ходос Т. А., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Given the increasing demands for environmental safety, the use of biological plant protection systems is becoming relevant.

The aim of the research was to study the effect of microbiological preparations from various groups, both separately and in combination, on the development of major cucumber phytopathologies in film greenhouses in the Forest-Steppe region of Ukraine (hybrid Pickscore F1). The study was conducted using a completely randomized design with three replications, including 11 variants: control, chemical standard, three mono-preparations (Trichoderma spp., Pseudomonas spp., Bacillus spp.), and six combined schemes for pre-sowing seed treatment and vegetative applications.

Phytopathological monitoring showed the dominance of downy mildew (40.2 %), powdery mildew (24.8 %), and soil pathogens (20.1 %). Bacterial pathogens accounted for 9.9 %, while other pathogens constituted 5.0 %. Mono-preparations reduced disease development by 25–40 %, with Pseudomonas aureofaciens being the most effective (soil pathogens – 10 %, downy mildew – 18 %, powdery mildew – 16 %). The combined schemes were even more effective (15–20 % higher), with the optimal combination being Trichoderma before sowing + Pseudomonas during vegetation, which reduced the development of soil pathogens to 7 %, downy mildew to 9 %, powdery mildew to 10 %, and bacterial diseases to 3 %. The share of non-standard produce was 14 %, close to that of the chemical standard (17 %).

The high effectiveness of combined systems can be explained by the synergy of mechanisms: Trichoderma improves the rhizosphere through mycolytic parasitism and competitive exclusion; Pseudomonas controls aerial infections through the production of phenazines and siderophores; Bacillus suppresses powdery mildew through lipopeptide antibiotics. Combined biological protection systems can be recommended as an environmentally justified alternative to chemical fungicides in organic and integrated cucumber cultivation.

Key words: *biological plant protection, cucumber, protected cultivation, microbial antagonists, phytopathogens.*

Постановка проблеми. Культивування огірка у тепличних господарствах характеризується високим ризиком епіфітотійного розвитку фітопатогенних мікроорганізмів. Специфічні умови закритого ґрунту – стабільно висока температура повітря, підвищений вміст вологи, обмежена циркуляція повітряних мас та концентроване розміщення рослинних організмів – створюють оптимальне середовище для активізації та масового поширення інфекційних агентів. Серед найнебезпечніших патосистем слід відзначити комплекс оомікотових, міцеліальних грибів та бактеріальних збудників, що здатні за короткий період знизити продуктивність насаджень на третину і більше.

Основними представниками патогенного комплексу виступають збудник несправжньої борошнистої роси *Pseudoperonospora cubensis*, що відноситься до класу ооміцетів, гриби-збудники справжньої борошнистої роси *Sphaerotheca fuliginea* та *Erysiphe cichoracearum*, широкий спектр ґрунтових фітопатогенів роду *Fusarium, Pythium* та *Rhizoctonia*, а також фітопатогенні бактерії *Pseudomonas syringae pathovar lachrymans*. Кожен з цих патогенів характеризується специфічними біологічними особливостями та вимагає диференційованого підходу до контролю.

Традиційна стратегія фітосанітарного захисту базується на систематичному використанні синтетичних фунгіцидних препаратів. Проте багаторічна практика інтенсивного застосування хімічних засобів виявила низку критичних недоліків даного підходу. Зокрема, фіксується формування резистентних штамів патогенів до діючих речовин фунгіцидів, акумуляція залишкових кількостей ксенобіотиків у рослинній продукції та субстратах, деградація корисної мікробіоти ризосферної зони. За умов зростаючих вимог споживачів до біологічної чистоти продукції та розширення сегменту органічного виробництва, пошук альтернативних екологічно орієнтованих методів захисту набуває особливої актуальності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Концепція біологічного контролю фітопатогенів базується на використанні живих мікроорганізмів, що виявляють антагоністичну активність щодо збудників хвороб. Науковий інтерес до застосування мікробних агентів захисту рослин сформувався ще у середині минулого століття, проте масштабне впровадження біопрепаратів у виробничу практику розпочалося лише в останні два-три десятиліття. Фундаментальні дослідження механізмів біоконтролю дозволили ідентифікувати найефективніші групи мікроорганізмів-антагоністів.

Грунтові міцеліальні гриби роду *Trichoderma* належать до найбільш вивчених агентів біологічного захисту. Детально описано багатокомпонентний механізм супресії фітопатогенів представниками даного роду [1, 4]. Встановлено, що *Trichoderma spp*. реалізують захисну функцію через прямий міколітичний паразитизм, конкурентне витіснення патогенів за живильні субстрати та простір, синтез антибіотичних метаболітів, а також індукцію системних захисних реакцій у рослинному організмі. Комплексність дії робить препарати на основі *Trichoderma* ефективними проти широкого спектру патогенів.

Значну увагу науковців привертають флуоресцентні бактерії роду *Pseudomonas*. Систематизовано дані щодо механізмів біоконтрольної активності псевдомонад [2, 3]. Ключовими факторами супресії патогенів виступають продукування вторинних метаболітів з антибіотичною активністю (феназини, піолютеорин, пірролнітрин), синтез сидерофорів – залізохелатуючих сполук, що обмежують доступність есенціального елементу для патогенів, а також секреція літичних ферментів та індукція системної резистентності через специфічні сигнальні каскади.

Ендоспорові бактерії роду *Bacillus* демонструють високу технологічність у виробництві біопрепаратів завдяки здатності формувати стійкі ендоспори. Описано різноманітність ліпопептидних антибіотиків, що продукуються *B. subtilis* і близькоспорідненими видами [3, 5]. Сімейства ітуринів, сурфактинів та фенгіцинів виявляють широкий спектр фунгіцидної та бактерицидної активності, діючи на цитоплазматичні мембрани клітин-мішеней.

Спеціалізовані дослідження ефективності біопрепаратів проти конкретних патосистем огіркових культур підтверджують перспективність даного напряму. Узагальнено світовий досвід застосування біологічних агентів проти *Botrytis* та інших некротрофних патогенів [6, 7]. Проаналізовано роль препаратів на основі *Bacillus* у системах інтегрованого захисту різних сільськогосподарських культур [8,9]. Експериментально підтверджено ефективність бактеріальних ізолятів проти *Rhizoctonia solani* на овочевих культурах [10], що свідчить про реальність практичного застосування біоагентів.

Постановка завдання. Попри значний масив експериментальних даних щодо ефективності окремих мікробних агентів захисту, проблема інтегрованого біологічного контролю комплексу патогенів залишається недостатньо розробленою. Більшість досліджень зосереджується на оцінці дії моноштамових препаратів проти одного-двох цільових патогенів, тоді як у виробничих умовах рослини піддаються одночасному впливу полікомпонентного патогенного комплексу. Теоретичні передумови та окремі експериментальні дані вказують на потенціал синергетичної взаємодії різних груп антагоністів, проте системні дослідження оптимальних комбінацій препаратів для специфічних умов захищеного ґрунту залишаються обмеженими.

Особливої уваги потребує питання технологічної інтеграції біологічних агентів у систему вирощування – визначення оптимальних точок застосування

(передпосівна обробка насіння, кореневі або позакореневі внесення), оптимізація поєднання різних препаратів на різних етапах онтогенезу культури. Недостатньо вивченими залишаються особливості динаміки патогенів під впливом комбінованих біологічних систем захисту впродовж повного вегетаційного циклу огірка в тепличних умовах. Тому метою роботи було встановлення закономірностей впливу мікробіологічних препаратів різних груп (на основі *Trichoderma spp., Pseudomonas spp., Bacillus spp*.) при їх роздільному та комплексному використанні на розвиток основних фітопатологій огірка в умовах плівкових теплиць, а також визначення найефективніших схем біологічного захисту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Експериментальні дослідження здійснювали протягом вегетаційного сезону в тепличному комплексі, розташованому в зоні лісостепової агрокліматичної підзони України. Об'єктом досліджень виступав партенокарпічний гібрид огірка корнішонного типу раннього строку достигання Пікскор F1, який характеризується адаптованістю до умов закритого ґрунту. Культивування проводили на штучних торфо-ґрунтових субстратах з використанням систем краплинного мікрозрошення.

Експериментальна схема включала одинадцять варіантів обробки: абсолютний контроль без застосування захисних засобів, референтний варіант з використанням системних фунгіцидів хімічної природи, три варіанти монопримененния біологічних препаратів (Триходермін на основі *Trichoderma lignorum*, Псевдобактерін-2 на основі *Pseudomonas aureofaciens*, Фітоцид на основі *Bacillus subtilis*) з обробкою насіннєвого матеріалу та вегетуючих рослин, а також шість комбінованих схем із застосуванням різних препаратів для передпосівної обробки та вегетаційних внесень.

Фітопатологічний моніторинг здійснювали в чотири облікові терміни, що відповідали ключовим фенологічним фазам: початок вегетації (формування 2–3 справжніх листків), період адаптації після висаджування розсадного матеріалу, фаза початку генеративного періоду, завершення плодоношення. На кожному обліковому строку визначали ступінь поширеності патогенів (відсоток уражених рослин) та інтенсивність розвитку хвороби (ступінь ураження у балах з подальшим перерахунком у відсотки). Ідентифікацію збудників проводили за комплексом морфологічних та симптоматичних ознак згідно з визначниками фітопатогенних організмів.

Фітопатологічне обстеження контрольного насадження огірка без захисних заходів показало типовий для теплиць спектр збудників. У фазу активного плодоутворення, коли рослини зазнають максимального фізіологічного навантаження та створюються сприятливі умови для патогенів, ураженість рослин сягала 100 %.

Домінував збудник пероноспорозу – *Pseudoperonospora cubensis*, який становив 40,2 % фітопатологічного навантаження, завдяки високій вологості (85–90 %), перепадам температур та обмеженій вентиляції, які сприяють масовій спорулящії. На другому місці були збудники справжньої борошнистої роси *Sphaerotheca fuliginea* та *Erysiphe cichoracearum* (24,8 %), які менш залежні від надлишкової вологості. Третю позицію займав комплекс ґрунтових патогенів кореневих гнилей (20,1 %) – переважно *Fusarium oxysporum*, *Pythium spp. ma Rhizoctonia solani*. Бактеріальні патогени, зокрема *Pseudomonas syringae pv. lachrymans*, становили 9,9 %, а інші інфекційні агенти – 5,0 % (рис. 1).

Моніторинг розвитку інфекційних процесів на незахищених рослинах впродовж вегетаційного періоду (рис. 2) продемонстрував характерне для більшості патосистем поступове наростання інтенсивності ураження від початкових до завершальних фаз онтогенезу.

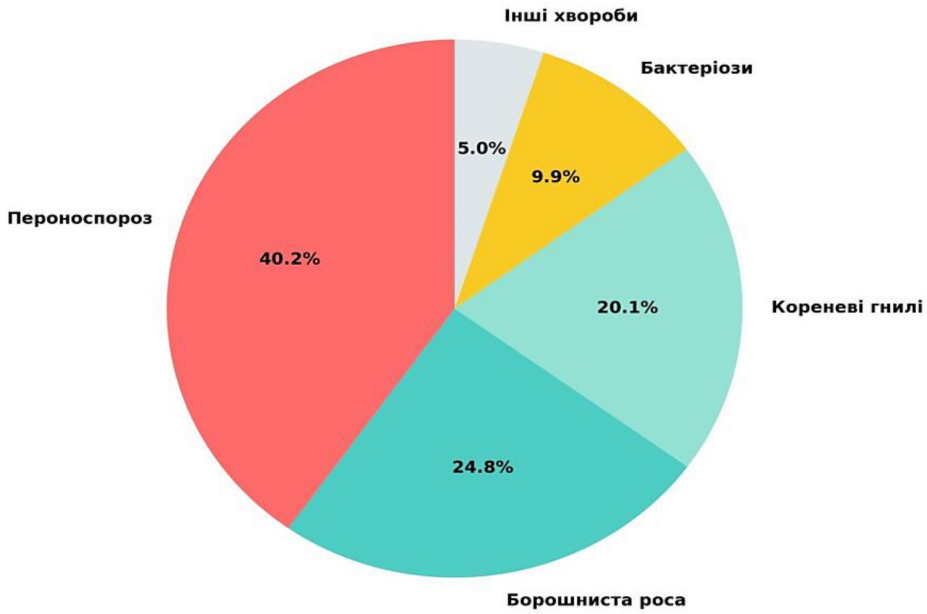


Рис. 1. Структура патогенного комплексу огірка у фазу плодоутворення

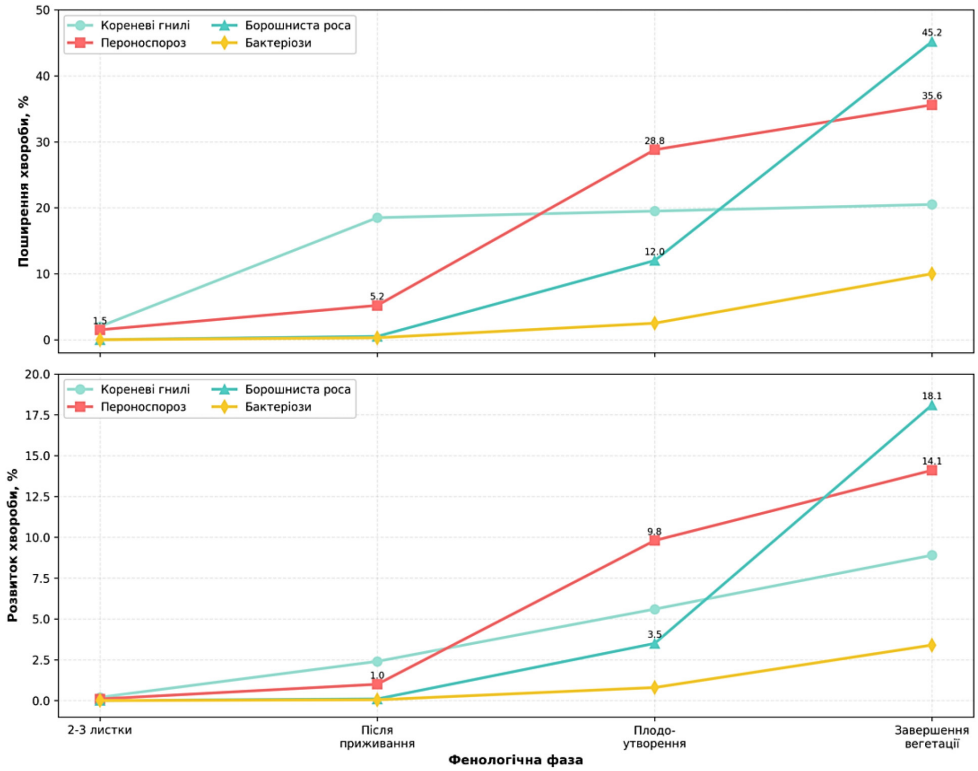


Рис. 2. Динаміка поширення та розвитку основних хвороб огірка за фазами вегетації

На початковій стадії вегетації фітосанітарна обстановка характеризувалася мінімальним інфекційним тиском. Виявлено лише початкові ознаки активності ґрунтових патогенів (2,0 % охоплення рослин при 0,2 % інтенсивності ураження) та поодинокі випадки інфікування оомікотом (1,5 % поширення, 0,1 % розвитку). Інші патогени на даному етапі не реєструвалися.

Адаптаційний період супроводжувався помітним зростанням патогенного навантаження. Ґрунтові патогени розповсюдилися на 18,5 % рослин з інтенсивністю 2,4 %, що демонструє десятикратне збільшення порівняно з попереднім обліком. Оомікот виявлено на 5,2 % рослин (1,0 % інтенсивності). Вперше зафіксовано появу справжньої борошнистої роси (0,5 %; 0,1 %) та бактеріальних патогенів (0,3 %; 0,05 %).

Фаза плодоутворення ознаменувалася різким зростанням усіх патологічних процесів. Несправжня борошниста роса досягла епіфітотійного рівня розвитку (28,8 % та 9,8 %), справжня борошниста роса активно прогресувала (12,0 % поширення, 3,5 % інтенсивності). Ґрунтові патогени продемонстрували помірне зростання поширення (19,5 %), але значне посилення інтенсивності ураження (5,6 %). Бактеріози також показали наростання (2,5 %; 0,8 %).

Завершальна фаза характеризувалася максимальними показниками розвитку всіх патологій. Справжня борошниста роса вийшла на перше місце за поширенням (45,2 %; 18,1 %), несправжня борошниста роса продовжила інтенсивний розвиток (35,6 %; 14,1 %), ґрунтові патогени охопили п’яту частину рослин (20,5 %) з інтенсивністю 8,9 %, бактеріози досягли 10,0 % поширення при 3,4 % розвитку.

Результати фітопатологічного моніторингу за різних варіантів захисту (табл. 1) продемонстрували істотну диференціацію рівня супресії патогенів залежно від застосованих засобів.

Референтний варіант з використанням системних фунгіцидів продемонстрував найвищий рівень супресії всіх груп патогенів: ґрунтові інфекції знижені до 6,0 %, пероноспороз – до 10,0 %, справжня борошниста роса – до 8,0 %, бактеріози – до 4,0 %. Частка некондиційної продукції становила 17 %, що більш ніж удвічі нижче контрольного рівня.

При моновикористанні біологічних агентів найефективнішим виявився препарат на основі Pseudomonas: розвиток ґрунтових патогенів утримувався на рівні 10,0 %, пероноспорозу – 18,0 %, справжньої борошнистої роси – 16,0 %, бактеріозів – 5,0 %. Препарати на основі Trichoderma та Bacillus демонстрували дещо нижчу ефективність, забезпечуючи 11–12 % розвитку ґрунтових інфекцій, 20–22 % пероноспорозу та 18–20 % справжньої борошнистої роси. Некондиція продукції у варіантах моновикористання коливалася в межах 16–18 %.

Комбіновані схеми застосування різних біологічних агентів виявилися суттєво ефективнішими порівняно з моновикористанням. Оптимальні результати отримано при поєднанні *Trichoderma* для передпосівної обробки та *Pseudomonas* для вегетаційних внесень: ґрунтові патогени – 7,0 %, пероноспороз – 9,0 %, справжня борошниста роса – 10,0 %, бактеріози – 3,0 %. Некондиційна продукція становила лише 14 %, що є мінімумом серед біологічних варіантів.

Інші комбіновані схеми також продемонстрували високу фітосанітарну ефективність. Поєднання з препаратом на основі *Bacillus* забезпечувало 8–9 % розвитку ґрунтових інфекцій, 11–13 % пероноспорозу, 11–13 % справжньої борошнистої роси та 4–5 % бактеріозів. Частка некондиції у цих варіантах перебувала на рівні 14–15 %.

Високу ефективність комплексних біологічних систем захисту можна пояснити комплементарністю механізмів супресії патогенів різними групами антагоністів.

Таблиця 1

Інтегральна оцінка фітосанітарного стану посівів огірка за різних систем захисту, % (усереднено за вегетацію)

Варіант обробки	Інтенсивність розвитку патологій				
	Ґрунтові патогени	Пероноспороз	Справжня б. роса	Бактеріози	Частка некондиції
Контроль	20,0	35,0	45,0	10,0	35
Апрон XL + Ридоміл (стандарт)	6,0	10,0	8,0	4,0	17
Триходермін	12,0	22,0	20,0	6,0	18
Псевдобактерін-2 (Респекта)	10,0	18,0	16,0	5,0	16
Фітоцид	11,0	20,0	18,0	5,0	17
Триходермін (насіння) + Псевдобактерін-2 (вегетація)	7,0	9,0	10,0	3,0	14
Триходермін (насіння) + Фітоцид (вегетація)	8,0	12,0	12,0	4,0	15
Псевдобактерін-2 (насіння) + Триходермін (вегетація)	9,0	15,0	14,0	5,0	16
Псевдобактерін-2 (насіння) + Фітоцид (вегетація)	8,0	11,0	11,0	4,0	14
Фітоцид (насіння) + Триходермін (вегетація)	9,0	13,0	13,0	4,0	15
Фітоцид (насіння) + Псевдобактерін-2 (вегетація)	8,0	12,0	12,0	4,0	14

Препарати на основі *Trichoderma spp*. забезпечують багатокомпонентний вплив на ґрунтові патогени завдяки гіперпаразитизму, конкурентному витісненню за поживні ресурси, продукуванню гідролітичних ферментів та синтезу антибіотичних метаболітів. Додатковим ефектом є індукція системної резистентності рослин через сигнальні каскади жасмонової та саліцилової кислот.

Антагоністична активність *Pseudomonas aureofaciens* реалізується переважно через продукування вторинних метаболітів, зокрема феназин-1-карбонової кислоти, а також сидерофорів, що обмежують доступність заліза для патогенів. Крім того, псевдомонади синтезують літичні ферменти та фітогормони, посилюючи загальну стійкість рослин.

Бактерії *Bacillus subtilis* продукують ліпопептидні антибіотики, які порушують цілісність цитоплазматичних мембран патогенів і зумовлюють їх загибель, проявляючи високу активність проти борошнистої роси та бактеріальних інфекцій.

Синергізм комбінованих схем зумовлений просторово-функціональною комплементарністю дії: *Trichoderma* формує захисний бар'єр у ризосфері, тоді як *Pseudomonas* і *Bacillus* під час вегетації ефективно колонізують філосферу, пригнічуючи аерогенні патогени. Це забезпечує комплексний захист рослини від кореневої системи до листкового апарату.

Висновки. Патогенний комплекс огірка в умовах захищеного ґрунту представлений переважно пероноспорозом (40,2 %), справжньою борошнистою росою (24,8 %) та ґрунтовими патогенами (20,1 %), з максимальною інтенсивністю розвитку у період активного плодоутворення та наприкінці вегетації. Моновикористання мікробіологічних препаратів знижує розвиток хвороб на 25–40 %, при

цьому найвищу ефективність демонструє *Pseudomonas aureofaciens* (ґрунтові патогени – 10 %, пероноспороз – 18 %, борошниста роса – 16 %).

Комбіновані схеми застосування антагоністів є ефективнішими на 15–20 % і найбільш результативна з них поєднує *Trichoderma* для передпосівної обробки та *Pseudomonas* у вегетації, забезпечуючи зниження розвитку ґрунтових патогенів до 7 %, пероноспорозу – до 9 % і борошнистої роси – до 10 %, що наближається до ефективності хімічного захисту. Підвищена результативність комбінованих біологічних систем зумовлена синергізмом дії *Trichoderma, Pseudomonas* і *Bacillus*, що забезпечує комплексний захист рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Harman G. E., Howell C. R., Viterbo A., Chet I., Lorito M. Trichoderma species – opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*. 2004. Vol. 2. P. 43–56. DOI:10.1038/nrmicro797
2. Haas D., Défago G. Biological control of soil – borne pathogens by fluorescent pseudomonads. *Nature Reviews Microbiology*. 2005. Vol. 3. P. 307–319. DOI: 10.1038/nrmicro1129
3. Агроіндустрія закритого ґрунту: інновації та продуктивність, 2021. URL: https://numl.org/Psy (дата звернення: 16.01.2026).
4. Ursal V. V., Khodos T. A. Phytosanitary monitoring and integrated crop protection: today's challenges and ways to overcome them. *Ефективні системи захисту рослин як інструмент сталого розвитку аграрного сектору економіки та суспільства*: матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої Дню науки в Україні, 16 травня 2025 р. Херсон-Кропивницький : ХДАЕУ, 2025. С 76–79.
5. Dudchenko V., Markovska O., Mrinskyi I., Khodos T., Ursal V. Evaluation of the Effectiveness of a Biological Protection System for Greenhouse Cucumbers against Major Phytophagous Pests. *Journal of Ecological Engineering*. 2025. Vol. 26(12). Pp. 438–448. DOI: 10.12911/22998993/208881
6. Ongena M., Jacques P. Bacillus lipopeptides: versatile weapons for plant disease biocontrol. *Trends in Microbiology*. 2008. Vol. 16. P. 115–125. DOI: 10.1016/j.tim.2007.12.009
7. Урсал В. В., Ходос Т. А. Інноваційні технології внесення засобів захисту рослин. зб. матер.Міжнародної наук.-практ. конф. до 150-річчя створення ХДАЕУ, «*Сучасні вектори розвитку аграрної науки*» 17–18 вересня 2024 р. С. 128–131.
8. Grosch R., Faltin F., Lottmann J., Kofoet A., Berg G. Effectiveness of 3 antagonistic bacterial isolates to control Rhizoctonia solani Kühn on lettuce and potato. *Canadian Journal of Microbiology*. 2005. Vol. 51. P. 345–353. DOI: 10.1139/w05-002
9. Ходос Т. А. Біологічний захист рослин як стратегія збереження біорізноманіття та сталого розвитку агроекосистеми. *Ефективні системи захисту рослин як інструмент сталого розвитку аграрного сектору економіки та суспільства*: матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої Дню науки в Україні, 16 травня 2025 р. Херсон-Кропивницький : ХДАЕУ, 2025. С. 114–117.
10. Jacobsen B. J., Zidack N. K., Larson B. J. The role of Bacillus-based biological control agents in integrated pest management systems. *Plant Disease*. 2004. Vol. 88. P. 156–168. DOI: 10.1094/PHYTO.2004.94.11.1272

Дата першого надходження статті до видання: 28.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 631.445.4:633.854.78
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.25

ВПЛИВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ НА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА

Цюк Ю. В. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри агрономії та землеустрою,
Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля
orcid.org/0000-0003-3240-8564

В статті наведено результати досліджень із впливу трьох систем основного обробітку ґрунту комбінований (контроль), диференційований, мілке розпушування на 10–12 см на вміст нітратного і амонійного азоту, рухомого фосфору та обмінного калію в агроценозі соняшнику в Центральному Лісостепу України.

Дослідження проводили на полях ТОВ «Фастівець» Київської області, яка знаходиться у чорноземній зоні Центрального Лісостепу України і кліматичні умови є типовими для даного регіону.

Дослідженнями встановлено, що рівень продуктивності соняшнику визначається умовами поживного режиму чорнозему типового. Упродовж трьох років досліджень вміст нітратного в шарі 0–25 см виявився на рівні високої забезпеченості NO_3 *(9,8–17,2 мг/кг), вміст амонійного азоту на рівні середньої забезпеченості* NH_4 *(13–17 мг/кг), рухомий фосфор та обмінний калій високої забезпеченості* (P_2O_5 *– 96,0–150,0 мг/кг;* K_2O *– 103,0–160,0 мг/кг*).

Проведені на початку та в кінці вегетації соняшнику, вказують на оптимальні параметри елементів мінерального живлення за варіантами обробітку ґрунту. Застосування диференційованого обробітку забезпечує зростання вмісту $N—NO_3$ *і* $N—NH_4$ *в орному і підорному шарах ґрунту. Мілкий безполицевий обробіток зумовлює зменшення вмісту сполук нітратного і амонійного азоту порівняно з комбінованим.*

Відбулося істотне зниження за вмістом рухомого фосфору в 0–25 см шарі ґрунту у період сходів на 23,6 % на мілкому обробітку ґрунту порівняно з контролем. На період достигання соняшнику вміст рухомого фосфору зменшився на всіх варіантах дослідів. Рівень рухомого фосфору залежав від використання його рослинами соняшнику.

Диференційований обробіток ґрунту сприяв зростанню вмісту обмінного калію в 0–25 см шарі на період сходів на 9,5 % за комбінованого, на 31,1 % за мілкого безполицевого обробітку ґрунту.

Ключові слова: *нітратний і амонійний азот, рухомий фосфор, обмінний калій, вміст, обробіток грунту.*

Tsyuk Yu. V. The influence of the main tillage on the nutrient regime of chernozem typical for sunflower cultivation

The article presents the results of research on the influence of three main tillage systems: combined (control), differentiated, and shallow loosening at 10–12 cm on the content of nitrate and ammonium nitrogen, mobile phosphorus, and exchangeable potassium in the sunflower agrocenosis in the Central Forest-Steppe of Ukraine.

The research was conducted on the fields of Agrokolos LLC in the Kyiv region, which is located in the chernozem zone of the Central Forest-Steppe of Ukraine and the climatic conditions are typical for this region.

The research has established that the level of sunflower productivity is determined by the conditions of the nutrient regime of typical chernozem. During three years of research, the nitrate content in the 0–25 cm layer was found to be at a high level of NO_3 *availability (9,8–17,2 mg/kg), the ammonium nitrogen content at a medium level of* NH_4 *availability (13–17 mg/kg), mobile*

© Цюк Ю. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

phosphorus and exchangeable potassium of high availability (P_2O_5 *– 96,0–150,0 mg/kg;* K_2O *– 103,0–160,0 mg/kg*).

Conducted at the beginning and end of the sunflower growing season, indicate the optimal parameters of mineral nutrition elements according to the soil cultivation options. The use of differentiated cultivation ensures an increase in the content of $N—NO_3$ *and* $N—NH_4$ *in the arable and sub-arable soil layers. Shallow, no-till cultivation causes a decrease in the content of nitrate and ammonium nitrogen compounds compared to combined.*

There was a significant decrease in the content of mobile phosphorus in the 0–25 cm layer of soil during the germination period by 23,6 % in shallow tillage compared to the control. During the sunflower ripening period, the content of mobile phosphorus decreased in all variants of the experiments. The level of mobile phosphorus depended on its use by sunflower plants.

Differentiated tillage contributed to an increase in the content of exchangeable potassium in the 0–25 cm layer during the germination period by 9,5 % in combined tillage, by 31,1 % in shallow tillage.

Key words: *nitrate and ammonium nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium, content, tillage.*

Постановка проблеми. Основним джерелом поживних речовин для рослин є ґрунт. Рівень родючості ґрунту є визначальним чинником отримання високого та стабільного рівня врожайності сільськогосподарських культур. Це явище не є постійним, у деяких випадках воно динамічне, а в оброблюваних ґрунтах ця динаміка спостерігається безперервно. Низка наукових даних щодо впливу багаторічного використання різного основного обробітку ґрунту на поживного режиму ґрунту досить суперечливі. Це залежить, зокрема, від рівня забезпечення ґрунту NPK та внесення добрив.

Актуальність теми дослідження. Обробіток чорноземного ґрунту є значним чинником мобілізації його родючості та регулювання поживного режиму. Тривалі дискусії щодо переваг різних способів основного обробітку призводять до неоднозначних висновків, оскільки вони здійснювалися за різних умов.

Дослідження В. В. Медведєва та ін., [6], Т. О. Чайки [17] показали, що при безполицевому чизельному розпушуванні порівняно з полицевим обробітком збільшується вміст доступних форм калію та фосфору у верхньому та в кореневмісному шарі зернових культур, що посилює процеси фотосинтезу та підвищує врожайність сільськогосподарських культур.

Більшість дослідників зазначають, що за безполицевого обробітку ґрунту погіршується поживний режим [12, 13].

У дослідах О. І. Цілюрика [16], проведених на чорноземних ґрунтах, урожайність зернобобових, зернових та паропросапних культур не знижувалася при використанні безполицевого обробітку протягом 3–5 років порівняно з оранкою. Наразі опубліковано значну кількість експериментальних даних щодо ефективності способів обробітку ґрунту для сільськогосподарських культур у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Як показує аналіз, способи обробітку ґрунту по-різному впливають на ґрунтовий режим, що впливає на розвиток рослин та формування врожаю.

Вивчення азотного режиму типового чорнозему для сільськогосподарського використання, дозволяє оптимізувати живлення рослин, розробляти методи регулювання родючості сівозмін, ефективні норми їх внесення та системи удобрення для сівозміни в цілому та окремих культур [20].

Саме спосіб обробітку визначає інтенсивність мікробіологічних процесів, глибину мінералізації органічних залишків, рівномірний розподіл поживних речовин у профілі, а також фізичний доступ рослин до цих речовин. Полицевий, мульчувальний та неглибокий безполицевий обробітки по-різному впливають на перебіг

цих процесів, формуючи різний рівень забезпечення ґрунту легкодоступними формами азоту, фосфору та калію. Вивчення цих змін дає змогу обґрунтувати технологічні рішення щодо стабілізації родючості ґрунту та підвищення ефективності вирощування зернобобових та зернових культур в умовах сучасного сільського господарства Центрального Лісостепу України [1, 4, 10, 14].

Вивчення впливу різних способів основного обробітку ґрунту на вміст поживних речовин та продуктивність соняшнику є актуальним та своєчасним для вирішення проблеми раціонального використання типових чорноземів.

Мета досліджень – встановити вплив систем основного обробітку ґрунту на вміст основних елементів мінерального живлення чорнозему типового малогумусного за вирощування соняшнику.

Методика досліджень. Дослідження проводилися в ТОВ «Фастівець» Київської області під соняшником.

Схемою досліду передбачено вивчення трьох систем основного обробітку в короткоротаційній сівозміні з таким чергуванням культур: 1. Люцерна; 2. Пшениця озима; 3. Соняшник; 4. Гречка; 5. Ячмінь з підсівом люцерни. Комбінований (контроль) – проведення полицевого обробітку грунту у полі соняшнику, під пшеницю озиму, одного мілкого безполицевого обробітку під гречку та один раз чизельного обробітку під ячмінь. Диференційований – проведення за ротацію сівозміни 1 раз різноглибинної оранки під соняшник, два рази мілкого безполицевого обробітку під пшеницю озиму і гречку та 1 раз – чизельного обробітку під ячмінь. Мілкий безполицевий – проведення обробітку грунту дисковими знаряддями на глибину 10–12 см під усі культури сівозміни. Виконували заходи основного обробітку грунту наступними знаряддями: плуг 3 корпусний Lemken Opal 110; чизель глибокорозпушувач АГЧ – 4,2; дискова борона АГ-2,1-20. Попередник соняшнику – пшениця озима. Висівали гібрид соняшника РЖТ Вольф. Норма висіву на період збирання 60 тис. шт/га.

Погодні умови в роки вирощування соняшнику дещо різнились і особливо за кількістю опадів, проте були типовими для зони проведення досліджень.

Повторність триразова. Площа посівної – 169 м^2, облікової ділянки 108 м^2. Застосовували польовий, лабораторний, математико-статистичний методи. Грунт відбирали через 25 см на глибину 50 см (ДСТУ ISO 11465:2001) [18] на період сходів та перед збиранням соняшника.

У ґрунті визначали вміст азоту нітратних і амонійних сполук – згідно ДСТУ 4729 : 2007. Визначення вмісту рухомого фосфору та обмінного калію здійснювали за Б. П. Мачигіним згідно з ДСТУ 4114-2002

Статистичний аналіз експериментальних даних – з використанням програмного забезпечення Excel from MS Office 365 та Statistica 10.

Результати досліджень. Встановлено, що використання диференційованого та комбінованого обробітку ґрунту значно збільшує на 42 та 75 % вміст нітратного азоту в період сходів в 0–25 см шарі порівняно з мілким обробітком, тоді як на глибині 25–50 см, навпаки, його вміст вищий на 11,1 та 14,2 % за мілкого обробітку (рис. 1).

За використання диференційованого обробітку ґрунту під соняшник нітратний азот майже не змінюється за достатнього забезпечення вологою порівняно з контролем. Це стимулює процеси нітрифікації в чорноземах, а отже, вміст нітратного азоту має тенденцію до зростання порівняно з комбінованим обробітком [8].

Порівняно з контрольною ділянкою, диференційована система обробітку ґрунту сприяє більш інтенсивному формуванню запасів амонійного азоту. На момент появи сходів перевага цього обробітку становить 3,5–3,7 %.

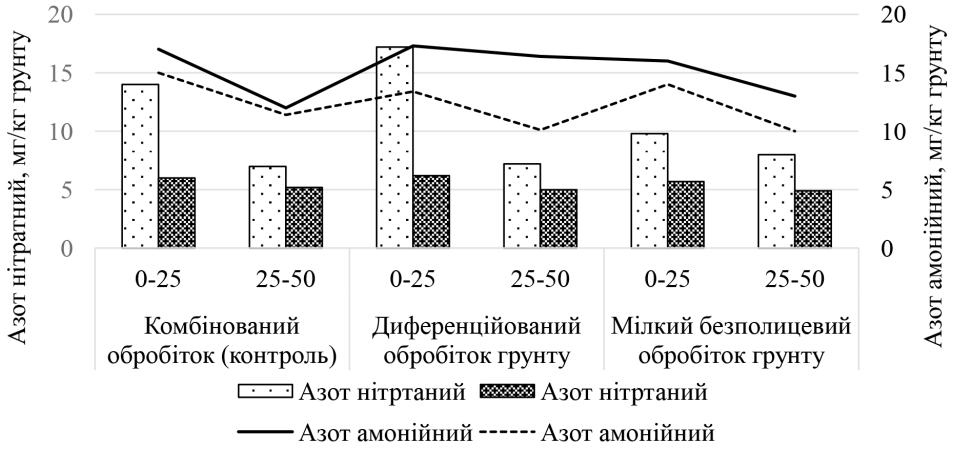


Рис. 1. Вміст нітратного та амонійного азоту чорнозему типового в агроценозі соняшнику залежно від обробітку грунту, мг/кг грунту

Примітка: Нітратний азот сходи HIP_{05} 0–25 = $1,3_5$; HIP_{05} 25–50 = 0,5; достигання HIP_{05} 0–25 = 0,6; HIP_{05} 25–50 = 0,3. Амонійний азот сходи HIP_{05} 0–25 = 1,3; HIP_{05} 25–50 =1,0; достигання HIP_{05} 0–25 = 0,8; HIP_{05} 25–50 = 0,6.

Застосування диференційованого обробітку покращує аераційні властивості ґрунту, активізує життєдіяльність мікроорганізмів та посилює газообмін. Це прискорює процеси мінералізації органічних азотних сполук та переходу мінерального азоту у доступні для рослин форми в типовому чорноземі. Як наслідок, в орному та підорному горизонтах відзначається підвищення концентрації нітратного N—NO_3 та амонійного N—NH_4 азоту. На противагу цьому, мілкий безполицевий обробіток призводить до зниження вмісту цих сполук відносно комбінованої системи.

Що стосується фосфорного режиму, то в умовах сівозміни саме безполицеві способи забезпечують максимальне накопичення доступного фосфору у верхньому 0–25 см шарі грунту (рис. 2). Однак за вирощування соняшнику диференційований обробіток не викликав суттєвих відмінності у вмісті рухомих фосфатів у порівнянні з комбінованим обробітком на період сходів у орному шарі.

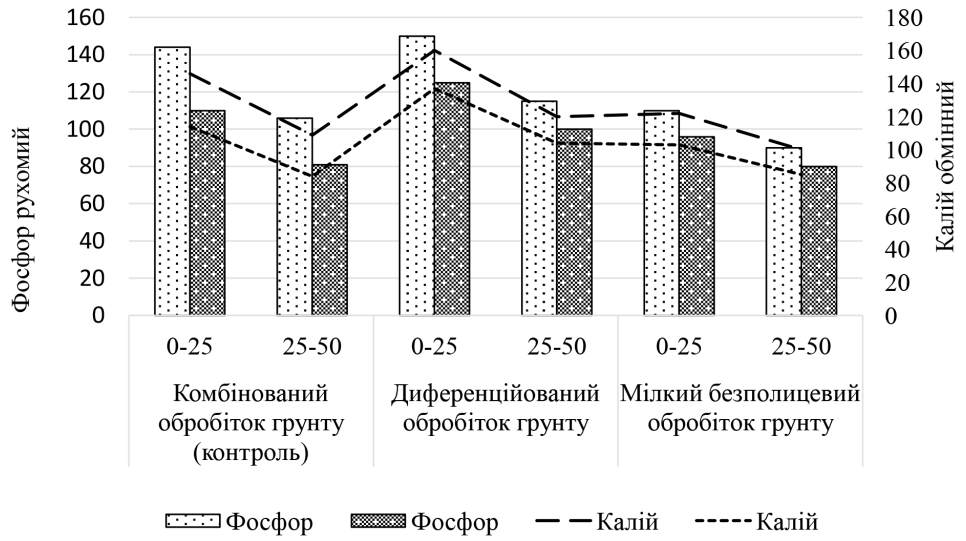
Різниця у варіантах обробітку ґрунту в шарі ґрунту 25–50 см була суттєвою за HIP_{05} = 2,6. Зафіксовано значне зниження вмісту рухомого фосфору в шарі ґрунту 0–25 см у період сходів на 23,6 % за мілкого розпушування грунту порівняно з контролем.

У період достигання соняшнику вміст рухомого фосфору зменшився у всіх дослідних варіантах. Рівень рухомого фосфору залежав від його використання рослинами соняшнику.

Чергування в сівозміні плоскорізного та полицевого обробітку (комбінованого) значно сприяє більш рівномірному розподілу вмісту рухомого фосфору, який вноситься з добривами, у шарі 0–40 см [7, 15].

Порівняно з щорічною оранкою, тривалий безполицевий обробіток призводить до збільшення вмісту рухомого фосфору та обмінного калію у верхньому орному шарі та значного зниження його в нижніх горизонтах [9].

Щоб усунути диференціацію орного шару за родючістю та підвищити його мікробіологічну активність, ряд дослідників дійшли висновку про доцільність періодичного чергування полицевих та безполицевих обробітків грунту [3, 11].



Вміст рухомого фосфору та обмінного калію чорнозему типового в агроценозі соняшнику залежно від обробітку грунту, мг/кг грунту

Примітка: Рухомий фосфор сходи HIP_{05} 0–25 = $F_ф$ < F_{05}; HIP_{05} 25–50 = 2,6; достигання HIP_{05} 0–25 = $F_ф$ < F_{05}; HIP_{05} 25–50 = $F_ф$ < F_{05}. Обмінний калій сходи HIP_{05} 0–25 = 10,9; HIP_{05} 25–50 = 13,1; достигання HIP_{05} 0–25 = 11,5; HIP_{05} 25–50 = 11,2

Режим живлення ґрунту значною мірою визначається способами його основного обробітку. Полицевий обробіток, на відміну від поверхневого дискування, інтенсифікує розкладання органіки та підвищує доступність мінеральних елементів для рослин. Однак ця інтенсифікація супроводжується активними процесами нітрифікації та наступної денітрифікації, що може спричиняти значні втрати азотних сполук [19]. Цей висновок підтверджується результатами досліджень у сівозмінах на зрошуваних землях, де проводився обробіток з повним обертанням пласта [5]. За безполицевих способах обробітку мінералізація протікає переважно в умовах обмеженого доступу кисню. Такий режим є більш сприятливим для збереження та накопичення поживних речовин у грунті.

За комбінованого обробітку на час появи сходів соняшнику встановлено підвищену концентрацію обмінного калію, його вміст у орному шарі перевищував показники мілкого безполицевого обробітку на 24 мг/кг, а в підорному – на 8,8 мг/кг, що пов’язано з поліпшеною аерацією ґрунту.

Аналіз розподілу калію за глибиною виявив значне зростання його кількості саме в шарі 0–25 см. При цьому у нижчих шарах спостерігалася чітка тенденція до зниження вмісту цього елемента.

Диференційована система обробітку також призвела до зростання вмісту обмінного калію в 0–25 см шарі ґрунту на період сходів на 9,5 % за комбінованого, та на 31,1 % – за мілкого безполицевого обробітку грунту.

До завершення вегетації соняшнику на ділянці з диференційованим обробітком рівень обмінного калію перевищував аналогічний показник при комбінованому способі на 23 мг/кг ґрунту.

Наукові погляди щодо впливу різних систем обробітку на вміст калію є неоднозначними. Згідно з одними даними, безполицеві способи сприяють збільшенню

його концентрації в шарі 0–20 см на 1,7–6,2 % відносно традиційної оранки [2], інші дослідники, навпаки, вказують на переваги полицевих систем [16].

Для об'єктивної оцінки необхідно враховувати специфіку типового чорнозему, характерні для нього фізико-хімічні та мікробіологічні процеси, рівень зволоження, а також динаміку трансформації калію з добрив, який може переходити як у доступну, так і у закріплену форму.

До завершення вегетації соняшнику спостерігалось закономірне зниження вмісту обмінного калію – в середньому на 13,3–22,7 % у нижніх шарах ґрунту порівняно з періодом сходів. Це явище пов'язане з його активним споживанням рослинами упродовж вегетаційного періоду.

Отже, саме диференційована система обробітку забезпечує оптимальні умови для формування запасів обмінного калію в орному та підорному шарах ґрунту.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Диференційований обробіток ґрунту призводить до збільшення вмісту нітратного азоту в шарі 0–25 см і зменшення його кількості в нижніх 25–50 см порівняно з комбінованим обробітком. Диференційований обробіток грунту сприяв накопиченню амонійного азоту на період сходів на 3,5–3,7 % порівняно з комбінованим обробітком. Вміст рухомих фосфатів за вирощування соняшнику на диференційованому обробітку грунту не відбулося істотного зниження на період сходів порівняно з контролем. Застосування диференційованого обробітку ґрунту сприяв зростанню вмісту обмінного калію в 0–25 см шарі на період сходів на 9,5 % за комбінованого, на 31,1 % за мілкого безполицевого обробітку грунту.

Застосування мілкого розпушування на 10–12 см дисковими знаряддями призводило до значного зменшення вмісту елементів мінерального живлення в шарах 0–25 см і 25–50 см упродовж вегетації соняшнику порівняно з контролем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Галиш Ф. С. Вплив систем основного обробітку ґрунту й удобрення на продуктивність гороху. *Землеробство*, 2007. № 79. С. 56–64.
2. Гангур В. В., Лень О. І., Гангур М. В. Вплив різних систем обробітку на поживний режим грунту під пшеницею озимою та ячменем ярим в зоні Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 38–44.
3. Гордієнко В. П., Бодня В. І. Вплив тривалого застосування різних систем удобрення у обробітку грунту в сівозміні на урожайність ярого ячменю. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. 2005. № 4(23). С. 94–100.
4. Крикунова О. В., Сенчук С. М. Баланс поживних речовин у грунтах Київської області та шляхи його покращання. *Землеробство*, 2007. № 79. С. 29–36.
5. Марковська О. Є. Наукове обґрунтування агроекологічних та технологічних заходів у сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України : автореф. дис. … д-ра с.-г. наук : 06.01.02. Херсон, 2018. 43 с.
6. Медведєв В. В., Булигін С. О., Булигіна М. Є. Сучасні системи землеробства і проблеми обробітку грунту. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 127–134.
7. Носко Б. С. Фосфор у грунтах і землеробстві України. Харків : «ФОП Бровін О.В.», 2017. 476 с.
8. Піньковський Г. В., Мащенко Ю. В. Вплив елементів живлення на родючість грунту та продуктивність соняшнику в Правобережному Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 145–150.
9. Погромська Я. Вплив систем удобрення на забезпеченість чорнозему звичайного рухомими формами NPK залежно від способів його обробітку. Вісник Львівського національного аграрного університету. *Агрономія*. 2019. № 23. С. 212–221. URL : https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.212

10. Примак І. Д., Панченко О. Б., Войтовик М. В., Левандовська С. М., Панченко І. А. Вплив систем основного обробітку і удобрення на вміст в ґрунті доступних для рослин елементів живлення і продуктивність польової сівозміни в Правобережному Лісостепу України. *Агробіологія*. 2017. № 2. С. 16–24.

11. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Системи обробітку грунту в Україні. Київ : ВД «ЕМКО», 2007. 44 с.

12. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур/ [В. Ф. Камінський, В. Ф. Сайка, І. П. Шевченко та ін.]. Київ : ВП «Едельвейс», 2012. 195 с.

13. Ткаченко М. А., Літвінов Д. В. Продуктивність типових сівозмін Лісостепу залежно від інтенсивності агрохімічного навантаження. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. № 22. С. 100–106.

14. Ткачук О. П., Шкатула Ю. М., Тітаренко О. М. Сільськогосподарська екологія. навч. посіб. Вінниця : ВНАУ, 2020. 542 с. 234.

15. Цвей Я. П., Левченко Л. М., Тищенко М. В. Формування родючості чорнозему слабосолонцюватого за довготривалої системи удобрення і обробітку грунту в короткоротаційній сівозміні. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. Вип. 28. С. 20–28.

16. Цилюрик О. І. Вплив мульчувального обробітку ґрунту на живлення соняшнику. Агроном. 2023. № 4. Agronom.com.ua/vplyv-mulchuvalnogo-obrobitku-gruntu-nazhyvlennya-sonyashnykul.

17. Чайка Т. О. Роль мінімального обробітку ґрунту в органічному землеробстві. *Інженерія природокористування*. 2018. № 2 (10). С. 37–44.

18. Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу : ДСТУ ISO 11272–2001 [чинний від 2003-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2001. 15 с.

19. Małecka, I., Blecharczyk, A., Sawinska, Z., Dobrzeniecki, T. The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield. Turkish *Journal of Agriculture and Forestry*. 2012. 36, 217–226. doi:10.3906/tar-1104-20

20. Piotr Szulc, Daniel Krauklis, Katarzyna Ambrozy-Deregowska, Barbura Wrobel, Waldemar Zielewicz, Gniewko Niedbala, Przemyslaw Kardasz and Mohsen Niazian. *Agronomy*. 2023. 13(2). 480.

Дата першого надходження статті до видання: 12.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 13.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 632.3:632.4:632.9
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.26

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОПРЕПАРАТІВ ПРОТИ РОЗВИТКУ БАВОВНИКОВОЇ СОВКИ В ПОСІВАХ ТОМАТА В УМОВАХ ВІДКРИТОГО ГРУНТУ

Чаюк О. О. *– к.с.-г.н.,*
завідувач відділу наукових кадрів, аспірантури та правового забезпечення,
Інститут овочівництва і баштанництва
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0001-8845-782X
Михайлин В. І. *– к.с.-г.н.,*
завідувач лабораторії агрохімічних досліджень і якості продукції,
Інститут овочівництва і баштанництва
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-0819-022X
Чумак Е. Л. *– аспірант*
Інститут овочівництва і баштанництва
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0009-0002-7040-8776

Одним із найбільш шкідливих фітофагів томатів в Україні є бавовникова совка (Helicoverpa armigera Hb.), тому для отримання стабільних урожаїв екологічно чистої продукції важливим є розробка та впровадження біологізованої системи захисту від шкідливих організмів.

У статті представлено результати досліджень з визначення ефективності застосування біопрепаратів в боротьбі з бавовниковою совкою в посівах томата у відкритому грунті Лівобережного Лісостепу України. Дослідження проводилися у Інституті овочівництва і баштанництва НААН впродовж 2024–2025 рр. За результатами фітосанітарного моніторингу посівів томата встановлено, що максимальна щільність бавовникової совки на рослинах виявлена в І декаду серпня в період масового відродження гусениць і була в межах 3,7–4,0 екз./рослину, що значно перевищувало ЕПШ (1–1,5 екз./рослину). В дослідженнях використовували біопрепарати Актофіт БТ (3л/га), Бецимід БТ (3 л/га), Бітоксибацилін БТ (3 л/га), Актоверм 0,2 % (2 л/га), Бітоксибацилін-БТУ (5 л/га), у якості еталону –двократне застосування інсектициду Проклейм (0,4 л/га). Встановлено, що загальна кількість пошкоджених совкою плодів томата у контролі сягала 30,1 %, що на 19,2 % більше, а ніж за обробки хімічним еталоном, а в порівнянні з біологічними препаратами – на 9,6–18,8 %. Визначено, що системи біологізованого захисту забезпечили зниження пошкодження плодів томата совкою в межах 11,3–20,5 %, з технічною ефективністю 31,9–62,5 %. Хімічний захист показав вищу ефективність – ураження знизилося до 11,3 %, а технічна ефективність становила 63,8 %.

Аналіз господарської ефективності показав, що за застосування біопрепаратів показник товарної урожайності плодів томата був в межах 48,13–50,34 т/га, і суттєво перевищував цей показник на контролі – 45,71 т/га, але поступався еталону – 53,28 т/га. Збережена урожайність за хімічної системи захисту становила 7,57 т/га або 16,56 %, в той час, як за рахунок біологізованої системи – 2,42–4,64 т/га або 5,29–10,13 %. Кращий результат показав варіант із застосуванням схеми, яка включала 4-разову обробку біопрепаратами Бецимід БТ (3 л/га) та Бітоксибацилін БТ (3 л/га) – 50,34 т/га, де збережений урожай становив 4,64 т/га.

Ключові слова: *томат, біопрепарати, захист рослин, шкідники томата, бавовникова совка.*

© Чаюк О. О., Михайлин В. І., Чумак Е. Л., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Chaiuk O. O., Mykhailyn V. I., Chumak Ye. L. Effectiveness of bioproducts against the development of cotton bollworm in tomato crops in open ground conditions

One of the most harmful phytophagous pests of tomatoes in Ukraine is the cotton bollworm (Helicoverpa armigera Hb.), therefore, in order to obtain stable yields of environmentally friendly products, it is important to develop and implement a biologized system of protection against harmful organisms.

The article presents the results of studies to determine the effectiveness of the use of biological products in the fight against the cotton bollworm in tomato crops in the open ground of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The studies were conducted at the Institute of Vegetable and Melon Growing of the NAAS during 2024–2025. According to the results of phytosanitary monitoring of tomato crops, it was established that the maximum density of the cotton bollworm on plants was detected in the first decade of August during the period of mass revival of caterpillars and was within 3,7–4,0 individuals/plant, which significantly exceeded the EPC (1–1,5 individuals/plant). The studies used biological products Actofit BT (3 l/ha), Becymid BT (3 l/ha), Bitoxibacillin BT (3 l/ha), Actoverm 0,2 % (2 l/ha), Bitoxibacillin-BTU (5 l/ha), as a standard – a double application of the insecticide Prokleym (0,4 l/ha). It was found that the total number of tomato fruits damaged by the scoop in the control reached 30,1 %, which is 19,2 % more than when treated with a chemical standard, and in comparison with biological preparations – by 9,6–18,8 %. It was determined that the biological protection systems provided a reduction in damage to tomato fruits by the larvae within 11,3–20,5 %, with a technical efficiency of 31,9–62,5 %. Chemical protection showed higher efficiency – the damage decreased to 11,3 %, and the technical efficiency was 63,8 %.

Analysis of economic efficiency showed that when using biological products, the marketable yield of tomato fruits was within 48,13–50,34 t/ha, and significantly exceeded this indicator in the control – 45,71 t/ha, but was inferior to the standard – 53,28 t/ha. The retained yield under the chemical protection system was 7,57 t/ha or 16,56 %, while due to the biologized system – 2,42–4,64 t/ha or 5,29–10,13 %. The best result was shown by the variant using the scheme, which included 4-time treatment with biological preparations Becymid BT (3 l/ha) and Bitoxibacillin BT (3 l/ha) – 50,34 t/ha, where the saved yield was 4,64 t/ha.

Key words: *tomato, biological products, plant protection, tomato pests, cotton bollworm.*

Постановка проблеми. Томат – цінна, поживна та багата безліччю вітамінів та мікроелементів сільськогосподарська культура. За даними FAOSTAT у 2021 році в світі було зібрано близько 189,28 млн тон томатів, в Україні ж було зібрано 2,4 млн тонн [14]. Для отримання стабільних урожаїв томатів велике значення має захист їх від шкідливих організмів [7, 17, 28] Томат ушкоджується комплексом фітофагів, серед яких однією із найбільш шкідливих є бавовняна совка (*Helicoverpa armigera* Hb.) [1, 2, 7, 16]. Шкідливість совки на плодах томатів за порушень технології застосування захисних заходів може коливатися в межах 35–85 % [7, 8]. Для боротьби з цим шкідником 85 % фермерів у світу покладається на застосування хімічних заходів захисту [3, 6]. Однак, використання пестицидів спричиняє низку проблем, включаючи виникнення у шкідників резистентності до інсектицидів, забруднення довкілля та небезпеку для здоров'я людей [8, 21].

Сучасна концепція захисту рослин передбачає зниження чисельності шкідливих організмів до рівня економічного порогу шкідливості і поетапний перехід до створення стабільних, у фітосанітарному відношенні, агроекосистем, де зберігаються умови для життєдіяльності корисних організмів [18, 19, 21, 30]. Для цього необхідним є розробка екологізованих систем захисту сільськогосподарських культур, що передбачає використання біопрепаратів, які мають істотні екологічні та економічні переваги перед перед хімічними препаратами [3, 30]. Тому розробка методів біологічного контролю шкідливих організмів в технологічних схемах вирощування томата в умовах відкритого ґрунту залишається актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Томати пошкоджуються багатьма видами фітофагів [19, 23]. За літературними даними, в Україні на посівах томата

поширені шкідники з ряду Лускокрилі (*Lepidoptera*): південноамериканська міль (*Tuta absoluta* L.), листогризучі совки – помідорна (карадрина) (*Spodoptera exigua* Hb.), совка гама (*Autographa gamma* L.), капустяна (*Mamestra brassicae* L.), городня (*Laconobia oleracea* L.), бавовникова (*Helicoverpa armigera* Hb.), а також підгризаючі – озима (*Agrotis segetum* Sehiff.), болотна (*Hydraecia micacea* Esp.), оклична (*Agrotis exclamationis* L.) совки [19, 21, 21, 24, 30].

Бавовникова совка (*Helicoverpa armigera* Hb.) є одним із найбільш шкодочинних фітофагів, що уражають томат у світовому масштабі. Шкідник поширений в Європі, Азії, Південній Америці, Африці та Океанії [4, 5, 8]. Бавовникова совка – поліфаг, що уражує понад 300 видів рослин [13]. За масового розмноження гусениці совки завдають значних збитків посівам бавовнику, кукурудзи, сорго, гороху, люцерни, сої, нуту, конопель, томатів та інших рослин [2, 4, 12, 13, 15]. Спочатку вони живляться тією частиною рослини, на яку було відкладене яйце, надалі – репродуктивними органами рослин [5, 7]. Восени, за відсутності корму для живлення, совка харчується на бур'янах (пасльонові (Solanum), дурмани (Datura), щириці (Amaranthus) тощо) [15, 16, 20].

На томатах бавовникова совка завдає значної шкоди у разі порушення сівозміни, на забур'янених полях, оскільки запас шкідника, що перезимував в окремі роки може ушкодити до 70 % плодів [20]. Більше того, одна гусениця може пошкодити до 12 плодів томатів, що призводить до зниження ринкової вартості та серйозних фінансових втрат для фермерів [7]. За вегетацію бавовникова совка розвивається у 2–3 генераціях, активно заселяє рослини з початку цвітіння, плодоутворення і продовжує харчуватися у дозріваючих плодах аж до завершення збору врожаю. ЕПШ бавовникової совки складає 1–1,5 гусениці на рослину при заселенні 9–12 % рослин [20, 30].

В літературних джерелах відмічено масове розмноження та широке поширення бавовникової совки не лише в Степовій зоні України, але й в Лісостепу та частково в Поліссі [20]. Її висока репродуктивна здатність та резистентність до інсектицидів створюють суттєві труднощі в реалізації ефективних заходів контролю [5, 6, 13]. Для боротьби з цим шкідником та його контролю рекомендуються різні нехімічні методи, зокрема глибока осіння та зимова оранка, дотримання сівозміни, встановлення світлових та феромонних пасток, а також використовують біологічні методи захисту: застосовують ентомофагів яйцеїда Trichogramma spp. та личинкового ектопаразита Habrobracon spp), біопрепарати на основі ентомопатогенного гриба *Beaveria bassiana*, бактерії *Bacillus thuringiensis* [1, 3, 9, 10, 11, 12, 18, 30].

О. М. Горянов, С. В. Станкевич [17] рекомендують для біологічного контролю шкідників на томатах в умовах захищеного грунту застосування біопрепаратів Лепідоциду–БТУ (ефективність – 82,3 %), Актофіту 0,2 % (89,5 %), Бітоксибациліну – БТУ (85,5 %) за проведення двох обробок. Дослідження ефективності біопрепаратів Актофіт БТ, Трихопсин БТ, Бецимід БТ показали свою ефективність у боротьбі з бавовниковою совкою на посівах томата в умовах Одеської області і забезпечили контроль чисельності на рівні 64,7–73,3 % [28]. Наведена інформація свідчить про значне господарське значення бавовникової совки, а також про важливість розробки нових біологізованих систем захисту томата.

Метою дослідження було визначити ефективність застосування біологічних препаратів проти бавовникової совки у посівах томата у відкритому грунті.

Методика досліджень. Дослідження проводилися впродовж 2024–2025 рр. на базі Інституту овочівництва і баштанництва НААН, який розташований в лівобережному Лісостепі України, на території Харківського району Харківської

області. Польові дослідження проводились на сорті томата Зореслав відповідно до «Методики дослідної справи в овочівництві і баштанництві» [26].

Оцінку фітосанітарного стану агроценозу томата проводили систематично, визначаючи видовий склад і поширеність шкідливих організмів використовуючи феромонні пастки згідно загальноприйнятих методів в ентомології [25, 29].

Обприскування рослин біопрепаратами здійснювали у фази: Актофіт БТ (д.р. аверсектин С, який утворюється в процесі життєдіяльності штаму-продуценту *Streptomyces avermitilis*, титр 1,0 × 10^9 КУО/$см^3$), Бецимід БТ (бактерії *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* та споро-кристалічний комплекс, титр 2,0 × 10^9 КУО/$см^3$) – ВВСН 71 (формування першого плоду), ВВСН89 (повна стиглість першого плоду); Бітоксибацилін БТ (бактерії *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* (серотип 1) та споро-кристалічний комплекс, титр 2,0 × 10^9 КУО/$см^3$) – ВВСН 61 (цвітіння першої китиці), ВВСН 75 (перший плід формує 50 % розміру); Актоверм 0,2 % (д.р. аверсектин С, який утворюється в процесі життєдіяльності штаму-продуценту *Streptomyces avermitilis*) – ВВСН27 (формування бічних пагонів), ВВСН71 (формування першого плоду); Бітоксибацилін-БТУ (бактерії *Bacillus thuringiensis var thuringiensis*, титр 1,0 × 10^9 КУО/$см^3$) – ВВСН61 (цвітіння першої китиці), ВВСН89 (повна стиглість першого плоду). Хімічним еталоном для порівняння ефективності біопрепаратів був інсектицид Проклейм (д.р. хлорфенапір – 100 г/л), з обробкою рослин у фази ВВСН 71 та ВВСН 75.

Оцінку ефективності біопрепаратів проводили відповідно до «Методики випробування і застосування пестицидів» [27].

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами фітосанітарного моніторингу агроценозу томата встановлено, що серед фітофігів найбільш шкодочинною була бавоникова совка. За допомогою використанням феромонних пасток зафіксовано, що імаго совки з'являлися у незначних кількостях (1–2 екз/пастку за тиждень.) у ІІ декаді червня. У подальшому темпи зростання її збільшувались. Максимальну чисельність метеликів в агроценозах томатів зафіксовано в ІІІ декаду липня з активністю виловів – 10 екз/пастку за 7 днів. Максимальна щільність совок на рослинах томата виявлена в І декаду серпня в період масового відродження гусениць і становила в межах 3,7–4,0 екз./рослину, що значно перевищувало ЕПШ (1–1,5 екз./рослину). Заселеність совкою була від 66 до 80 % рослин томата.

За результатами наших спостережень відмічено живлення гусениці першого віку листям томатів, викликаючи пошкодження у вигляді скелетування,

Рис. 1. Ознаки пошкодження томата гусеницею бавовникової совки

а з другого–третього віку гусениці харчувалися паренхімою генеративних органів (рис. 1, *а*). Шипуваті гусениці старших віків особливо великої шкоди завдавали плодам, вигризаючи дірки з боку плодоніжки, заповнюючи їх екскрементами (рис. 1, *б*).

Для встановлення ефективності біопрепаратів нами було проаналізовано кількість та якість урожаю томата шляхом роздільного зважування та поділу плодів на пошкоджені та здорові. Облік в III декаду липня показав, що найбільша кількість плодів томата – 6,6 %, пошкоджених гусеницями совки, спостерігалося в контрольному варіанті (без обробки), у еталонному варіанті з обробкою Проклейм (0,4 кг/га) та у варіанті Бецис БТ (3 л/га), Бітоксибацилін БТ (3 л/га) таких плодів було 2,0 % (Табл. 1).

Таблиця 1

Ефективність застосування біопрепаратів проти гусениць бавовникової совки в агроценозі томата в умовах відкритого грунту

Варіант	Норма витрат, кг, л/га	Ураженість плодів,% (облік при зборі врожаю)				Всього, %	Технічна ефективність, %
		III декада липня	I декада серпня	II декада серпня	III декада серпня		
Контроль	–	6,6	8,7	8,2	6,6	30,1	–
2. Проклейм (хімічний еталон)	0,4	2,0	3,0	2,9	3,0	11,3	63,8
3. Актофіт БТ, Бітоксибацилін БТ	3 3	3,0	5,2	5,7	5,8	19,7	34,6
4. Бецимід БТ, Бітоксибацилін БТ	3 3	2,0	2,4	3,0	3,9	11,3	62,5
5. Актоверм, 0,2 % Бітоксибацилін-БТУ	2 5	3,0	5,5	6,0	6,0	20,5	31,9

У варіантах із біопрепаратами Актофіт БТ (3 л/га), Бітосибацилін БТ (3 л/га) та Актоверм, 0,2 % (2 л/га), Бітоксибацилін-БТУ (5 л/га) відмічено 3,0 % пошкоджених плодів. Наступні обліки – з I по II декади серпня, що припали на пік активності бавовникової совки, дозволили встановити загальну закономірність – у контролі кількість пошкоджених плодів у середньому коливалася на позначці понад 8 %, у оброблених препаратами варіантах пошкоджених плодів було у 2–3 рази менше.

Загальна кількість плодів томата пошкоджених совкою у контролі сягала 30,1 % і була на 19,2 % більше, а ніж за обробки хімічним еталоном, а в порівнянні з біологічними препаратами – на 9,6–18,8 %. Застосування інсектициду Проклейм мав найвищу технічну ефективність – 63,8 %. Біологізований захист стримував пошкодження плодів томата совкою в межах 11,3–20,5 %. Кращий результат показав варіант із застосуванням схеми, яка включала 4-разову обробку біопрепаратами Бецимід БТ (3 л/га) та Бітоксибацилін БТ (3 л/га) з ефективністю на рівні хімічного еталону – 62,5 %. Варіант із застосуванням Актофіт БТ (3 л/га), Бітосибацилін БТ (3 л/га) та Актоверм, 0,2 % (2 л/га), Бітоксибацилін-БТУ (5 л/га) мали ефективність майже в 2 рази меншу – 31,9–34,6 %.

Аналіз господарської ефективності застосування розробленої біологізованої системи захисту, показав, що показник товарної урожайності плодів томата за

обробки біопрепаратами був в межах 48,13–50,34 т/га, і суттєво перевищував цей показник на контролі – 45,71 т/га (рис. 2).

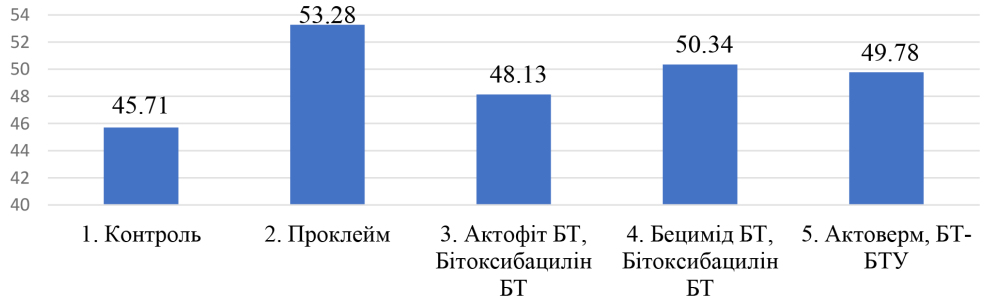


Рис. 2. Вплив систем захисту на товарну урожайність плодів томата, сорт Зореслав (середнє за 2024–2025 рр.)

Найбільшу товарну урожайність відмічено на варіанті з застосуванням еталону Проклейм – 53,28 т/га. Збережена урожайність за рахунок обробок інсектицидом становила 7,57 т/га або 16,56 %, за рахунок застосування біопрепаратів 2,42–4,64 т/га або 5,29–10,13 %. Кращий результат показав варіант із застосуванням біопрепаратів Бецимід БТ (3 л/га) та Бітоксибацилін БТ (5 л/га) – 50,34 т/га, де приріст урожаю в порівнянні з контролем становив 4,64 т/га.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Показана принципова можливість захисту томатів від бавовникової совки з використанням біопрепаратів. Встановлено, що застосування розробленої біологізованої системи захисту знижує пошкодженість совкою плодів томата на 9,6–18,8 %, при цьому варіант із застосуванням мікробних препаратів Бецимід БТ (3 л/га) і Бітоксибацилін БТ (3 л/га) за своєю ефективністю 62,5 % не поступався хімічному еталону. Розроблені біологізовані системи захисту забезпечують істотне збереження товарної урожайності плодів томата на 2,4– 4,6 т/га або 5,3–10,1 % відносно контролю і хоча поступаються за господарською ефективність хімічній системі зі збереженою урожайність 7,57 т/га або 16,56 %, однак мають очевидні перевагами за показниками якості та безпечності, що особливо важливо при споживанні овочевої продукції у свіжому вигляді. Подальші дослідження слід зосередити на підборі оптимальних норм витрат біопрепаратів та їх сумісного застосування, а також на удосконаленні прогнозування розвитку бавовникової совки на основі фітосанітарного моніторингу шкідника в агроценозі томата для забезпечення збалансованого та ефективного контролю над популяцією фітофага.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bagheri A., Seyahooei M. A., Fathipour Y. Eco-friendly managing of Helicoverpa armigera in tomato field by releasing Trichogramma evanescens and Habrobracon hebetor. *Journal of Crop Protection*. 2019. Vol. 8 (1). P. 11–19.
2. Bereś, Paweł. Occurrence and harmfulness of the cotton bollworm (Helicoverpa armigera Hübner) on maize in south-eastern Poland in 2010–2023. *Progress in Plant Protection*. 2024. Vol. 64. http://doi.org/10.14199/ppp-2024-021
3. Darvishzadeh, A., Salimian, S., Katoulinezhad, A. Effect of Biolep, Permethrin and Hexaflumuron on mortality of cotton bollworm, Helicoverpa armigera (Noctuidae: Lepidoptera). *Arthropods*. 2014. Vol. 3. P. 161–165.

4. Georgescu, E., Toader, M., Brumă, I. S., Cană, L., Rîșnoveanu, L., Pintilie, P.-L., Amarghioalei, R.-G., Crețu, A., Cionga, C., Radu, C., & Daniela, H. Maize Under Pressure: Spread of Helicoverpa armigera into Romanian Agroecosystems. *Agronomy*. 2025. Vol. 15(6). P. 1306. https://doi.org/10.3390/agronomy15061306

5. Gomes, E. S., Santos, V., Ávila, C. J. Biology and fertility life table of 199 Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae) in different hosts. *Entomological Science*. 2017. № 20 (1). P. 419–426. http://doi.org/10.1111/ens.12267

6. Hussain B., Bilal S. Efficacy of different insecticides on tomato fruit borer Helicoverpa armigera. *J Entomol*. 2007. Vol. 4 (1). P. 64-67. http://doi.org/10.3923/je.2007.64.67

7. Khan A. A., Qadar G., Abro A. A., Awais M. Tomato yield losses due to attack of insects/pests in Pakkhal valley of District mansehra Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Sarhad J Agric*. 2023. Vol. 39 (1). P. 21-28. http://doi.org/10.17582/journal.sja/2023/39.1.21.28

8. Kumar, V., Mahla, M. K. Lal, Dr. Jhumar, Pinjara, I. M., Prasad, B. Relative efficacy of bio-pesticides against fruit borer, Helicoverpa armigera (Hub.) on tomato. *Journal of Entomological Research*. 2018. Vol. 42. P. 61. http://doi.org/10.5958/0974-4576.2018.00011.7

9. Malinga, L. N., & Laing, M. D. (2024). Efficacy of Bacillus thuringiensis and Beauveria bassiana in Controlling Helicoverpa armigera. *Entomology and Applied Science Letters. 2024*. Vol. 11 (4). P. 16-23. https://doi.org/10.51847/HiDiennNyk

10. Mantzoukas S. The effect of Metarhizium robertsii and Bacillus thuringiensisagainst Helicoverpa armigera (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Advances in Ecological and Environmental Research*. 2019. P. 136–146.

11. Paneru R. B., Aryal S. Evaluation of Bio-pesticides against Tomato Fruit worm, Helicoverpa armigera HUBNER, on Tomato at Khumaltar". *Advances of Horticulture Research in Nepal*. 2004. P. 391–393.

12. Riaz S., Johnson J. B., Ahmad M., Fitt G. P., Naiker M. A review on biological interactions and management of the cotton bollworm, Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Appl. Entomol*. 2021. Vol. 145. P. 467–498. https://doi.org/10.1111/jen.12880

13. Yadav S. P. S., Lahutiya V., Paudel P. A review on the biology, ecology, and management tactics of Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae). Turk. *J. Agric. Food Sci. Technol*. 2022. Vol. 10. P. 2467–2476. https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i12.2467-2476.5211

14. Бакланова Т. В., Фартушний Д. М. Сучасні тенденції вирощування томатів в Україні та світі. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 137. С. 18–27. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.3

15. Баннікова К., Манжора О. Моніторинг совок – 2014–2015 рр. Серед лускокрилих шкідників бавовникова совка буде із найпоширеніших видів. *The Ukrainian Farmer: партнер сучасного фермера*. 2014. № 10. С. 74–76.

16. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Кулик М. І., Бавовникова совка (Helicoverpa armigera Hbn.): особливості розвитку, поширення та шкідливість. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (1). С. 37–42. https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.06

17. Горяінов О. М., Станкевич С. В. Біоінсектицидний захист томатів у закритому ґрунті від основних шкідників. *Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи*: матеріали ІІ Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-ентомологів докторів біологічних наук, професорів О. О. Мігуліна та О. В. Захаренка (м. Харків, ДБТУ, 19−20 жовтня 2023 р.). Житомир: Видавництво «Рута». С. 52−54.

18. Горяйнов О., Станкевич С., Горяйнова В. Контроль чисельності бавовникової совки на томатах у закритому грунті. *SworldJournal*. 2025. Vol. 3(32-02), P. 131–138. https://doi.org/10.30888/2663-5712.2025-32-02-047

19. Дрозда В. Ф., Загайко О. І. Захист насаджень томатів від лускокрилих фітофагів у органічному овочівництві. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 1. С. 80–90.

20. Клечковський Ю. Є., Глушкова С. О., Могилюк Н. Т., Ігнатьєва О. В. Шкідливість популяції бавовникової совки та мікробіоконтроль її чисельності на посівах томатів. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 52–58.

21. Комар В. О., Ткаленко Г. М., Комар О. О., Шеметун О. В., Шеметун К. І. Оцінка рівня заселеності та шкодочинності основних видів фітофагів на томатах (*Solanum lycopersicum* L.) у відкритому ґрунті. *Ентомологічні читання пам'яті відомих вчених-ентомологів С. О. Трибеля і М. П. Секуна*: матеріали всеукраїнської науково-практичної online-конференції, присвяченої 90-річчю від дня народження Станіслава Олександровича Трибеля і Миколи Павловича Секуна (3 червня 2025 року). Київ, 2025. С. 63–67.

22. Макуха О. В. Фітосанітарний моніторинг шкідників томатів на півдні України. *Colloquium-journal*. 2020. Vol. 23 (75). С. 35–40. https://doi.org/10.24411/2520-6990-2020-12137

23. Мельничук Ф. С., Алексеева С. А., Гордієнко О. В., Ю. О. Черевичний Контроль чисельності шкідників томатів за умов краплинного зрошення. *Меліорація і водне господарство*. 2018. № 2. С. 53–58. https://doi.org/10.31073/mivg20180108-139

24. Мельничук Ф. С., Алексеева С. А., Гордієнко О. В., о, Острик І. М., Антонюк А. В. Південноамериканська міль (Tuta absoluta) та заходи захисту томатів в умовах Північного Степу України. *Меліорація і водне господарство*. 2021. Vol. (1). P. 145–152. https://doi.org/10.31073/mivg202101-267

25. Методи виявлення, збору та зберігання комах: навч. посіб. / С. В. Станкевич, С. В. Горновська. Житомир : Видавництво «Рута». 140 с.

26. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / [за ред. Г. Л. Бондаренка та К. І. Яковенка]. Харків : Основа, 2001. 370 с.

27. Методики випробування і застосування пестицидів. За ред. проф. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.

28. Могилюк Н. Т., Шматковська, К. А., Хорохоріна Г. А. Ефективність біоінсектицидів в захисті томатів від хлопкової совки. *Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві*: матеріали XV Всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції молодих вчених (м. Чернігів, 26 жовтня 2022 року). Чернігів, 2022. С. 133–134.

29. Облік шкідників та хвороб сільськогосподарських культур / В. П. Омелюта, І. В. Григорович, В. С. Чабан та ін. Под ред. В. П. Омелюти. К. : Урожай, 1986. 296 с.

30. Системи виробництва і застосування засобів біологізації землеробства : монографія. Київ : Аграрна наука, 2022. 406 с.

31. Трибель С. О., Федоренко В. П., Лапа О. М. Совки (Найпоширеніші види в Україні). К. : Колобіг, 2004. 72 с.

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 631.4:631.8:631.547
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.27

ВПЛИВ СИМБІОТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ БАКТЕРІЙ НА ВРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОЇ

Черешнюк В. В. *– аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії,*
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-0048-2447

Представлені результати досліджень з визначення впливу обробки насіння біопрепаратами перед посівом і проведення позакореневих підживлень на динаміку кількості і маси бульбочкових бактерій на кореневій системі сої та їх впливу на врожайність зерна сої. Метою досліджень було визначення впливу інокуляції насіння та її поєднання з позакореневими підживленнями на особливості формування симбіотичної активності бактерій і продуктивність сої в умовах Лісостепу правобережного.

Використання бактеріальних препаратів для передпосівної інокуляції насіння і внесення мікродобрив на протязі вегетації рослин сої є перспективним і економічно доцільним ресурсом підвищення її продуктивності. Встановлено, що найвищі показники кількості і маси бульбочок утворювалося при обробці насіння сої перед посівом біопрепаратом Атува і проведенням позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазу 2–3 трійчастий листочків сої в нормі внесення 2,0 л/га і Хелпрост Соя у фазі бутонізація у нормі 3,0 л/га. Так, у фазі цвітіння сої нараховувалось 31,8 шт./рослину, а їх маса була на рівні 1879,4 мг. У фазі дозрівання сої – 17,3 шт./рослину, а їх маса відповідно 745,6 мг. Фаза дозрівання порівняно з фазою цвітіння характеризувалася зменшенням чисельності бульбочок на коренях рослин у всіх варіантах досліду. Найвища врожайність зерна сої – 3,1 т/га в середньому за роки досліджень відмічено на варіанті, де насіння культури оброблялось до посіву біопрепаратом Атува в нормі 2,0 л/т, а в період вегетації сої у фазі 2–3 трійчастий листок проводилось позакореневе підживлення мікродобривом Ярило Соя, у нормі внесення 2,0 л/га, а в період бутонізації – Хелпрост Соя, 3,0 л/га. Приріст зерна на даному варіанті в порівнянні з контрольними ділянками (без препаратів) склав 0,8 т/га або 34,8 %. Дещо нижчий урожай зерна сої – 3,03 т/га або на 31,7 % вищий від контролю (без препаратів) у варіанті за обробки насіння сої біопрепаратом Біоінокулянт-БТУ-р і проведенням позакореневих підживлень. Використання інокулянтів, що містять сучасні високоефективні культуро-специфічні штами ризобіальних бактерій з підвищеною життєздатністю у високих концентраціях і позакореневе внесення мікродобрив під час вегетації забезпечують утворення максимальної кількості бульбочок і їх маси на кореневій системі рослин, а в подальшому сприяють підвищенню врожайності насіння сої.

Ключові слова: *соя, насіння, інокуляція, мікродобрива, бульбочкові бактерії, кількість, маса, урожайність.*

Chereshnyuk V. V. Effect of symbiotic activity of bacteria on soybean seed yield

The results of studies on the effect of seed treatment with biological products before sowing and foliar feeding on the dynamics of the number and mass of nodule bacteria on the root system of soybeans and their effect on soybean grain yield are presented. The aim of the research was to determine the effect of seed inoculation and its combination with foliar fertilization on the characteristics of symbiotic activity of bacteria and soybean productivity in the conditions of the right-bank forest-steppe.

The use of bacterial preparations for pre-sowing inoculation of seeds and the introduction of microfertilizers during the growing season of soybean plants is a promising and economically feasible resource for increasing its productivity. It was established that the highest indicators of the number and weight of nodules were formed during the treatment of soybean seeds before sowing with the biological preparation Atuva and carrying out foliar fertilization with Yarylo

© Черешнюк В. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Soya microfertilizers in the phase of 2–3 trifoliate soybean leaves at the rate of application of 2.0 l/ha and Helprost Soya in the phase of budding at the rate of 3.0 l/ha. Thus, in the soybean flowering phase, there were 31.8 pieces/plant, and their weight was at the level of 1879.4 mg. In the ripening phase of soybean, 17.3 pcs/plant and their weight respectively 745.6 mg. The ripening phase compared to the flowering phase was characterized by a decrease in the number of nodules on the roots of plants in all variants of the experiment. The highest yield of soybean grain – 3.1 t/ha on average over the years of research was noted on the variant where the seeds of the crop were treated before sowing with the biological preparation Atuva at the rate of 2.0 l/t, and during the growing season of soybeans in phase 2–3, the trifoliate leaf was fed foliar with Yarylo Soya microfertilizer, at the rate of application 2.0 l/ha, and during the budding period – Helprost Soya, 3.0 l/ha. The grain growth on this embodiment compared to the control areas (without drugs) was 0.8 t/ha or 34.8 %. A slightly lower soybean grain yield is 3.03 t/ha or 31.7 % higher than the control (without drugs) in the version for treatment of soybean seeds with the biologics Bioinoculant-BTU-r and foliar fertilization. The use of inoculants containing modern highly effective culture-specific strains of rhizobial bacteria with increased viability in high concentrations and foliar application of microfertilizers during vegetation ensure the formation of the maximum number of nodules and their mass on the root system of plants, and further contribute to increasing the yield of soybean seeds.

Key words: *soy, seeds, inoculation, microfertilizers, nodule bacteria, quantity, weight, yield.*

Актуальність дослідження. Соя (*Glycine max L.*) є однією з найбільш широко розповсюджених зернобобових культур, насіння якої широко використовують у харчовій, кормовій, технічній та медичній промисловості [1].

Україна входить у десятку найбільших світових виробників сої [2]. В 2025 році площа посіву сої в Україні становила 2,4 млн гектарів, що на 226,2 тис. га менше порівняно з фактичним показником за 2024 рік. Це свідчить про перерозподіл сільськогосподарських площ на користь інших культур [3]. Станом на 1 січня 2026 року в Україні практично завершили збір сої. Аграрії обробили 2043,5 тис. га, що становить 99 % від запланованих площ. Загалом вдалося зібрати 4852,8 тис. т насіння сої при середній врожайності 2,37 т/га. За даний період знизились і ринкові ціни на боби сої, також на ситуацію вплинуло запровадження 10%-го мита на експорт сої. Через це на початку сезону 2025–2026 років основні обсяги врожаю йшли на внутрішню переробку, а експорт був мінімальним [4]. Основне виробництво сої залишиться зосередженим у центральній, західній та північній частині України.

Симбіотична фіксація азоту є ключовою особливістю сої, що дозволяє забезпечувати себе необхідним азотом в процесі росту і розвитку та збагачувати ґрунт. У симбіозі із бульбочковими бактеріями рослини сої здатні фіксувати біля – 90–240 кг/га молекулярного азоту протягом вегетаційного періоду [5, 6]. Активність симбіотичної азотфіксації рослинами сої здійснюється за наявності на кореневій системі бульбочок, всередині яких розвиваються бульбочкові бактерії роду *Rhizobium* [7] і залежить від ґрунтово-кліматичних умов, виду і сорту культури, умов вологозабезпечення, мінерального живлення та інших елементів технологій вирощування. Досягнення високих показників виробництва сої можливе завдяки максимальній реалізації продуктивного потенціалу нових сортів у поєднанні з технологією вирощування, адаптованою до конкретної ґрунтово-кліматичної зони.

Науковець Волкогон В. В., відмічає, що азотфіксувальна здатність ризобій у симбіозі із соєю є ключовою характеристикою даних бактерій для створення мікробних препаратів, спрямованих на покращення азотного живлення рослин [8]. Для успішного формування та ефективного функціонування бобово-ризобіального симбіозу необхідна передпосівна обробка насіння сої біопрепаратами на основі бульбочкових бактерій [9, 10], адже завдяки бактеризації насіння високоефективними штамами ризобій можна підвищити рівень врожайності сої – на 15–23 %.

Вдосконалення інтенсивної технології вирощування сої передбачає застосування позакореневих підживлень з врахуванням особливостей росту і розвитку рослин сої, засвоєння макро- і мікроелементів, що може оптимізувати процес вирощування [11]. Рекомендується використовувати позакореневі підживлення мікродобривами на різних етапах органогенезу розвитку культурних рослин. Дані заходи поліпшують фотосинтез, підвищують стійкість рослин сої до шкідників, хвороб, посух або низьких температур, що в кінцевому результаті сприяють кращому формуванню насіння сої та його якості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У технології вирощування сільськогосподарських культур основна увага належить азотним формам мінеральних добрив, вартість яких досить висока. Одним із шляхів їх зменшення є запровадження біологізованих технологій, збільшення частки симбіотичного азоту в агроценозах, що досягається шляхом створення симбіозу зернобобових з відповідними видами бульбочкових бактерій [12]. Покращення агротехнологій сприяє підвищенню насіннєвої продуктивності сої та має важливе агроекологічне і продовольче значення [13].

Для кожного виду бобових підбирається спеціалізований штам бактерій, який викликає утворення бульбочок. Так, соя реагує лише на азотфіксуючі бактерії виду *Bradyrhizobium japonicum*. Первинна взаємодія мікроорганізмів і рослин сої під час утворення симбіозу починає відбуватися вже під час проростання насіння, коли біологічно активні речовини, які інтенсивно виділяються насінням у навколишнє середовище, можуть впливати на властивості бульбочкових бактерій. Ряд визначних науковців Патика В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В. та ін. [14] зазначають, що використання бактеріальних препаратів для передпосівної інокуляції насіння є перспективним і економічно доцільним ресурсом підвищення продуктивності рослинництва.

Одним із ключових завдань сучасного аграрного сектору є визначення ефективних підходів для підвищення врожайності та покращення якості продукції сої. Вирішення якого можливе шляхом застосування позакореневого підживлення мікроелементами, що за несприятливих умов сприяє забезпеченню рослин елементами живлення. Поглинання елементів живлення через листковий апарат значно швидше та ефективніше, ніж з ґрунту, що сприяє збільшенню площі листкової поверхні та підвищує стійкість до стресових факторів. Макроелементи поглинаються у невеликій кількості, тоді як мікроелементи листя сої здатне засвоювати повністю.

В дослідженнях В. З. Панчишина, А. А. Мелешко, Н. І. Корево та ін., [15] в результаті обліків кількості бульбочкових бактерій роду *Bradyrhizobium* на рослинах сорті сої Фаворит і Ментор у фазу цвітіння (ВВСН69) відмічено, що на контрольних ділянках (без проведення інокуляції) їхня кількість становила 28,0–26,7 шт./рослину у фазу цвітіння. Проведення інокуляції насіння сої препаратом РизоСтарт сприяло збільшенні показників чисельності бульбочкових бактерій до 29,3–27,3 шт./рослину. Подібна тенденція відмічена у фазі дозрівання (ВВСН85). Встановлено, що кількість бульбочкових бактерій на контрольних ділянках (без проведення інокуляції) зменшилась і була в межах 22,7–24,0 шт./рослину, за проведення інокуляції насіння збільшилась до 23,0–24,3 шт./рослину.

Максимальних значень показники кількості та маси бульбочок сої досягали у фазу цвітіння та зменшувались у фазу наливу бобів на 2,5–5,9 і 3,2–7,3 %. За проведення передпосівної інокуляції насіння сої препаратом Легум Фікс кількість бульбочок на рослині зростала на 36,5–40,2 % а їх маса на 32,2–35,1 %,

Біоінокулянт БТУ-т – на 31,3–34,2 % і 27,4–31,2 %, Біомаг соя – на 33,6–36,1 % і 30,6–32,7 %, порівняно з контролем. Найвища кількість бульбочок на рослині – 59, 62 і 67 шт. та їх маса 1,27, 1,34 і 1,40 г була сформована у фазу цвітіння на варіанті із застосуванням підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка та інокуляції насіння препаратом Легум Фікс, відповідно у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія [16].

Встановлено, що позакореневий обробіток посівів сої мікроелементним добривом Акселератор Гідро Бор у фазі 2-го та 6-го трійчастого листа у дозі 1,0 л/га, забезпечила отримання максимального збільшення врожаю 6,2 ц/га, збільшила вміст білка у зерні на 3,25 %, жиру на 2,58 %, порівняно з контрольним варіантом. Обробка посівів сої мікроелементним добривом Найс Бор у фазі 2-го і 6-го трійчастого листа у дозі 1,0 л/га збільшувала врожайність на 4,1 ц/га при вмісті білка у зерні на 2,85 %, жиру на 2,21 %, вище ніж у контрольному варіанті. [17].

Професор ВНАУ Дідур І.М., [18] наголошує, що в результаті досліджень найбільш сприятливі умови для росту та розвитку, а як наслідок і найбільшої виживаності рослин сої, були на варіантах досліду із поєднанням інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га). За цих умов вирощування коефіцієнт збереження рослин сої становив 93,2 % в той час, як на абсолютному контролі досліду даний показник знижувався на 6,1 % і становив 87,1 %.

Метою досліджень було визначення впливу інокуляції насіння та її поєднання з позакореневими підживленнями на особливості формування симбіотичної активності бактерій і продуктивність сої в умовах Лісостепу правобережного.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили у 2024–2025 роках на полях науково-дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету, село Агрономічне, Вінницького району.

Ґрунт сірий лісовий середньо-суглинковий. Його агрохімічні показники є типовими для зони Правобережного Лісостепу і придатні для вирощування сої. Загальна площа ділянки становила 32 м^2, облікова – 30 м^2. Попередник – озима пшениця. Сорт сої Азимут.

Схемою досліджень передбачено дослідити дію та взаємодію слідуючих факторів: Фактор А – біопрепарат. 1. Контроль (без обробки); 2. Біоінокулянт-БТУ-р, 3,0 л/т; 3. Атува + протектор Премакс, (2,0 л/т + 0,5 л/т). Фактор В – мікродобрива. 1. Контроль (без препаратів); 2. Ярило Соя 2,0 л/га; 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га; 4. Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га).

Позакореневі підживлення на відповідних варіантах досліду проводили у фазах 2–3-трійчастий листок та бутонізації. Проведення досліджень здійснювалося за відповідними методиками [19, 20]. Агротехніка вирощування сої, крім досліджуваних чинників, загальновизнана для умов Правобережного Лісостепу.

Результати та обговорення. Проведення інокуляції посівного матеріалу препаратами із високим вмістом азотфіксуючих бактерій для обробки насіння зернобобових культур сьогодні є важливим елементом технології, оскільки це дає змогу в повній мірі реалізувати генетичний потенціал сучасних сортів. Показниками, що характеризують роботу симбіотичного апарату зернобобових культур є кількість та маса бульбочок та кількість біологічно фіксованого азоту.

За результатами досліджень можна встановити, що обробка насіння біологічними препаратами Біоінокулянт-БТУ-р і Атува покращує умови контакту кореневої системи рослин сої з вірулентними формами ризобій та сприяє більш рясному утворенню ними на кореневій системі активних азотфіксуючих пухирців.

Загалом протягом вегетаційного періоду відмічено, що при інокуляції насіння сої більшість бульбочок мали рожевий колір і розташовувалися на головному корені, що свідчить про активну фіксацію в них молекулярного азоту. За роки досліджень встановлено ефективність даного технологічного заходу, який призвів до утворення бульбочок на одній рослині у фазі цвітіння в межах 26,5–27,1 шт./рослину, серед них активних 16,8–17,1 шт./рослину, відповідно у фазу дозрівання кількість бульбочок зменшилась і була рівні 13,2–14,2 шт./рослину, серед них активних 6,5–9,0 шт./росл. (табл. 1).

Найбільше бульбочок утворювалося при обробці насіння біопрепаратом Атува і проведенням позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазу 2–3 трійчастий листочків сої в нормі внесення 2,0 л/га і Хелпрост Соя у фазі бутонізація у нормі 3,0 л/га. Так, у фазі цвітіння сої нараховувалось 31,8 шт./рослину, а у фазу дозрівання 17,3 шт./рослину. Фаза дозрівання порівняно з фазою цвітіння характеризувалася зменшенням чисельності бульбочок на коренях рослин у всіх варіантах досліду. У середньому за роки досліджень кількість бульбочок на контрольному варіанті (без препаратів) була в межах 8,5 шт./рослину або на 60,3 % менше ніж у фазу цвітіння рослин сої. Водночас під впливом препаратів кількість бульбочок на коренях сої достовірно відрізнялась від контролю досліджуваного сорту. Проведення бактеризації насіння сої перед посівом і внесення мікродобрив у варіантах досліду в період вегетації мали позитивний вплив, як на загальну кількість бульбочок, так і на кількість активних бульбочкових бактерій.

Інокуляція насіння сої сприяла збільшенню маси бульбочок на кореневій системі порівняно з контролем (без інокуляції). Так, без інокуляції на контролі у фазу цвітіння сої за відбору на кожній рослині загальна маса бульбочок становила 637,4 мг, з яких маса активних 267,3 мг, у фазу дозрівання 348,5 мг, а маса активних бульбочок 145,9 мг (табл. 2).

За рахунок проведення інокуляції біопрепаратами і позакореневого обприскування посівів сої мікродобривами маса бульбочкових бактерій суттєво збільшилась. Так, у варіантах за використання препарату Біоінокулянт-БТУ-р та мікродобрив у фазу цвітіння була на рівні 1539,2–1772,1 мг, у фазу дозрівання маса їх зменшилась і була в межах 554,3–659,4 мг. Найбільша маса бульбочкових бактерій роду *Bradyrhizobium* була відмічена у варіанті за передпосівної обробки препаратом Атува і проведенням позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазу 2–3 трійчастий листочків сої в нормі внесення 2,0 л/га і Хелпрост Соя у фазі бутонізація у нормі 3,0 л/га, у фазу цвітіння 1879,4 мг, серед них активних 1673,1 мг, а у фазу дозрівання загальна кількість зменшилась і була на рівні 745,6 мг, а маса активних бульбочок 571,4 мг (табл. 2).

Облік бульбочок у період формування зерна показав, що їх кількість і маса дещо зменшилися порівняно з другим обліком у фазу цвітіння. Це дає підстави вважати, що у фазу формування зерна відбувається процес згасання життєвого циклу бульбочок. Після встановлення динаміки нагромадження кількості і маси бульбочок на коренях сої та їхньої тривалості симбіозу в досліді нами було розраховано показники врожайності насіння сої.

Головним показником оцінки різних заходів технології вирощування сої є рівень врожайності. Найвищу урожайність зерна сої – 3,1 т/га, в середньому за роки досліджень сорту сої Азимут відмічено на варіанті, де насіння сої оброблялось біопрепаратом Атува в нормі 2,0 л/т, а в період вегетації у фазі 2–3 трійчастий листок проводилось позакореневе підживлення мікродобривом Ярило Соя, у нормі внесення 2,0 л/га, а в період бутонізації – Хелпрост Соя, 3,0 л/га. Приріст

Таблиця 1

Динаміка кількості бульбочкових бактерій у рослин сої залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакореневих підживлень, шт./ рослину (середнє за 2023–2025 рр.)

Фактор А, біопрепарат	Фактор В, мікродобриво	Фаза вегетації			
		цвітіння (ВВСН69)	активних	дозрівання (ВВСН85)	активних
Без інокуляції (контроль)	Без обробки (контроль)	14,1	3,3	8,5	2,8
	* Ярило Соя 2,0 л/га	14,5	5,1	9,4	3,5
	** Хелпрост Соя 3,0 л/га	15,4	5,7	10,2	3,9
	*** Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	15,8	6,3	11,3	4,5
Біоінокулянт-БТУ-р, 3,0 л/т	Без обробки (контроль)	26,5	16,8	13,2	6,5
	* Ярило Соя 2,0 л/га	27,4	18,6	14,5	7,9
	** Хелпрост Соя 3,0 л/га	28,7	19,1	14,9	8,2
	*** Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	30,5	21,4	15,7	8,6
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	Без обробки (контроль)	27,1	17,1	14,2	9,0
	* Ярило Соя 2,0 л/га	28,3	20,5	15,8	9,5
	** Хелпрост Соя 3,0 л/га	29,7	21,6	16,5	9,8
	*** Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	31,8	23,9	17,3	10,7

Примітка:

* Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2-3 трійчастий листок);

** Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);

*** Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2-3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

зерна на цьому варіанті до контролю склав 0,8 т/га або 34,8 %. Дещо нижчий урожай зерна сої – 3,03 т/га або на 31,7 % вищий від контролю (без препаратів) у варіанті за обробки насіння сої біопрепаратом Біоінокулянт-БТУр, і проведенням двох позакореневих підживлень (табл. 3).

Таким чином, поєднання процесу інокуляції та застосування мікродобрив у технології вирощування сої дають значні результати із збільшення врожайності насіння культури.

Таблиця 2

Динаміка маси бульбочкових бактерій у рослин сої залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакореневих підживлень, мг./рослину (середнє за 2023–2025 рр.)

Фактор А, біопрепарат	Фактор В, мікродобриво	Фаза вегетації			
		цвітіння (ВВСН69)	активних	дозрівання (ВВСН85)	активних
Без інокуляції (контроль)	Без обробки (контроль)	637,4	267,3	348,5	145,9
	Ярило Соя 2,0 л/га	662,7	408,0	385,4	182,4
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	703,8	421,5	418,2	203,2
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	722,1	504,6	463,3	234,5
Біоінокулянт-БТУ-р, 3,0 л/т	Без обробки (контроль)	1539,2	1176,3	554,3	347,1
	Ярило Соя 2,0 л/га	1591,9	1302,5	625,8	421,9
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	1667,5	1338,7	631,0	437,9
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	1772,1	1498,2	659,4	459,2
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	Без обробки (контроль)	1601,6	1197,8	612,0	486,3
	Ярило Соя 2,0 л/га	1644,2	1435,0	680,9	507,3
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	1755,3	1512,2	711,2	523,3
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	1879,4	1673,1	745,6	571,4

Висновки. В результаті досліджень встановлено, що найвищі показники кількості і маси бульбочок утворювалося при обробці насіння сої перед посівом біопрепаратом Атува і проведенням позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазу 2–3 трійчастий листочків сої в нормі внесення 2,0 л/га і Хелпрост Соя у фазі бутонізація у нормі 3,0 л/га. Так, у фазі цвітіння сої нараховувалось 31,8 шт./рослину, а їх маса була на рівні 1879,4 мг. У фазі дозрівання сої – 17,3 шт./рослину, а їх маса відповідно 745,6 мг. Фаза дозрівання порівняно з фазою цвітіння характеризувалася зменшенням чисельності бульбочок на коренях рослин у всіх варіантах досліду.

Найвища врожайність зерна сої – 3,1 т/га, в середньому за роки досліджень відмічено на варіанті, де насіння культури оброблялось до посіву біопрепаратом Атува в нормі 2,0 л/т, а в період вегетації сої у фазі 2–3 трійчастий листок

Таблиця 3

Урожайність зерна сої залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакореневих підживлень, (середнє за 2023–2025 рр.)

Фактор А, біопрепарат	Фактор В, мікродобриво	т/га	+/– до контролю	+/– в %
Без інокуляції (контроль)	Без обробки (контроль)	2,30	–	–
	Ярило Соя 2,0 л/га	2,47	+0,17	+7,4
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	2,55	+0,25	+10,9
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	2,63	+0,33	+14,4
Біоінокулянт-БТУ-р, 3,0 л/т	Без обробки (контроль)	2,69	+0,39	+17,0
	Ярило Соя 2,0 л/га	2,86	+0,56	+24,4
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	2,93	+0,63	+27,4
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	3,03	+0,73	+31,7
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	Без обробки (контроль)	2,76	+0,46	+20,0
	Ярило Соя 2,0 л/га	2,92	+0,62	+27,0
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	2,98	+0,68	+29,6
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	3,10	+0,80	+34,8

проводилось позакореневе підживлення мікродобривом Ярило Соя, у нормі внесення 2,0 л/га, а в період бутонізації Хелпрост Соя, 3,0 л/га. Приріст зерна на даному варіанті в порівнянні з контрольними ділянками (без препаратів) склав 0,8 т/га або 34,8 %.

Використання інокулянтів, що містять сучасні високоефективні культуро-специфічні штами ризобіальних бактерій з підвищеною життєздатністю у високих концентраціях і позакореневе внесення мікродобрив під час вегетації забезпечують утворення максимальної кількості бульбочок і їх маси на кореневій системі рослин, а в подальшому сприяють підвищенню врожайності насіння сої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ткаченко Л. Ю., Рудавська Н. М., Тимчишин О. Ф., та ін. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (2). С. 138–146.

2. Sergiienko V., Shyta O., Khudolii A. (2021). The effect of fungicides on the development of diseases and soybean yield in the Forest steppe of Ukraine. *Quarantine and Plant Protection*, (3), 18–23. https://doi.org/10.36495/2312-0614.2021.3.18-23

3. Площі посіву сої в Україні скоротилися на понад 200 тисяч гектарів. URL: тhttps://agroreview.com/content/roslyny/ploshhi-posivu-soyi-ukrayini-skorotylysya/ (дата звернення: 10.01.2026).

4. Соя: урожай знизився, а переробка стала пріоритетом 2026. URL: https://propozitsiya.com/news/soya-urozhay-znyzyvsya-pererobka-stala-priorytetom (дата звернення: 10.01.2026).

5. Проворов Н. А., Сімаров Б. В. Генетичний поліморфізм бобових культур з особливості до симбіозу бульбочкових бактерій. *Генетика*. 1992. Т. 28. № 6. С. 35–42.

6. Патика В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В. та ін. Біологічний азот. Київ : Світ, 2003. 424 с.

7. Тарабріна А.-М. О. Панфілова А. В. Вплив технології вирощування та сортових особливостей на фотосинтетичну діяльність посівів сої в умовах Північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 140. С. 285–292. DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.35

8. Волкогон В. В. Мікробіологічна трансформація сполук азоту в ґрунтах агроценозів. Ніжин: ПП Лисенко М. М., 2017. 192 с.

9. Івасюк Ю. І., Карпенко В. П., Грицаєнко З. М. Симбіотичний стан посівів сої за дії біологічно активних речовин. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 2. С. 13–16.

10. Карпенко В. П., Івасюк Ю. І., Оратівська С. А. Біологізована технологія вирощування бобових культур (соя, горох). Умань: Вид.-поліграф. центр «Візаві», 2016. 24 с.

11. Шкатула Ю. М., Забарна Т. А., Черешнюк В. В. Динаміка кількості бульбочок залежно від інокуляціїї насіння сої та позакореневих підживлень. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 138. С. 229–235. DOI https://doi.org/10.32 78 2/ 2226-0099.2024.138.29

12. Гутянський Р. А., Ільченко Н. К., Шелякіна Т. А., Посилаєва О. О. Урожайність і якість насіння гороху, нуту, сої за впливу забур'яненості, інокуляції та гербіциду. *Селекція і насінництво*. 2018. № 113. С. 179–188.

13. Дідур І. М., Зюзько Л. Г. Дослідження елементів технології вирощування сої (*Glycine max Moench*) в умовах Лісостепу Правобережного. *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С. 35–39.

14. Патика В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В. та ін. Біологічний азот. Київ : Світ, 2003. 422 с.

15. Панчишин В. З., Мелешко А. А., Корево Н. І., та ін. симбіотична активність бактерій роду *Bradyrhizobiotna* рослинах *Glicine hispida* залежно від досліджуваних факторів. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 12. С. 200–210. DOI https://doi.org/10.32782/naturaljournal.12.2025.20

16. Німенко С. С., Грабовський М. Б. Формування симбіотичного апарату сортів сої за органічного вирощування. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 89–97. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.13

17. Довбиш Л. Л. Можарівська І. А., Корбут Б. О та ін. Вплив борвмісних добрив на продуктивність зерна сої в мовах Лісостепу Житомирської області. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 53–58. DOI https://doi.org/10.3278 2/ 2226-0099.2023.134.8

18. Дідур І. М. Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на тривалість вегетації та динаміку густоти рослин сої в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 50–56. DOI https: //doi.org/ 10.32851/2226-0099.2023.130.8

19. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Методи визначення показників якості рослинницької продукції. Київ. 2000. Вип. 7. 144 с.

20. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Вища школа, 1994. 334 с.

Дата першого надходження статті до видання: 21.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 635.655:631.527:581.19
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.28

ОЦІНКА СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ СОЇ ЗА РІВНЕМ АДАПТИВНОСТІ ДО АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ

Чернишенко П. В. *– к.с.-г.н., с.н.с.,*
провідний науковий співробітник лабораторії селекції зернобобових культур,
Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-1502-1790
Василенко А. О. *– к.с.-г.н., с.н.с.,*
завідуюча лабораторії селекції зернобобових культур,
Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0003-0081-5894
Скидан В. О. *– к.с.-г.н., с.н.с.,*
провідний науковий співробітник лабораторії селекції зернобобових культур,
Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0001-5592-2107
Шевченко Л. М. *– д.філос.,*
старший науковий співробітник лабораторії селекції зернобобових культур,
Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0009-0000-5213-4527
Глянцев А. В. *– науковий співробітник лабораторії селекції зернобобових культур,*
Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0009-0007-6331-1286

В умовах глобальних трансформацій клімату, росту населення і скорочення ресурсів необхідні різноманітні підходи для підтримання високого рівня продуктивності сільськогосподарських культур і вирішення проблеми продовольчої безпеки. В зв'язку з переходом на зовнішні ринки збуту рослинницької продукції, сільськогосподарське виробництво потребує нові сорти сої, стійкі до абіотичних стресів. Враховуючи це, необхідним є подальше вдосконалення методів селекції сої та створення нових високоврожайних сортів, адаптованих до несприятливих абіотичних чинників на основі розширення генетичного різноманіття культури. Одним з пріоритетів сучасної селекції є підвищення ефективності добору.

Дослідження проводилися у 2021 р. та 2023–2025 рр. на полях наукової сівозміни Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, в умовах типових для східної частини Лісостепу України. В якості предмета досліджень використовувалися селекційні номери конкурсного сортовипробування (КСВ) та перспективні селекційні лінії. Метою досліджень є визначення різноманіття селекційних зразків сої за стійкістю до абіотичних чинників довкілля в умовах східної частини Лісостепу України.

За результатами досліджень виділено вихідний селекційний матеріал, що характеризується високою пластичністю за врожайністю та вмістом у насінні білка і олії. Встановлено, що сприятливі умови для формування врожайності сої за роки досліджень

© Чернишенко П. В., Василенко А. О., Скидан В. О., Шевченко Л. М., Глянцев А. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

склалися у 2023 р. (індекс умов року (I_j) дорівнявав 1,17) при врожайності 2,55 т/га. Мінімальну врожайність склала у 2024 р. – 0,88 т/га при значенні індексу умов року –0,56. Сприятливі умови для синтезу білка і олії у насінні сої відмічались у 2024 р. Середній уміст білка становив 40,1 %, при значенні індексу умов року 3,34. Олійність в насінні становила 18,7 % при значенні Ij дорівнював 0,75. Сумарний уміст білка і олії в насінні дорівнював 58,8 % при індексі умов року 1,59. Найбільш несприятливі умови для формування вмісту білка в насінні (36,4 %) та сумарного вмісту білка й олії (55,7 %) відзначено у 2023 р., при значенні індексів умов року відповідно –0,50 та –0,86. Найменш сприятливі умови для накопичення олії спостерігалися у 2025 р., коли при олійності насіння 18,4 % індекс умов року становив 0,75.

Ключові слова: *соя, пластичність, стабільність, індекс умов року, урожайність, якість насіння, білок, олія.*

Chernyshenko P. V., Vasylenko A. O., Skydan V. O., Shevchenko L. M., Hliantsev A. V. Assessment of soybean breeding material for the level of adaptability to abiotic factors

Under conditions of global climate transformations, population growth, and decreasing natural resources, diverse approaches are required to maintain a high level of agricultural crop productivity and to address food security issues. In connection with the expansion to international markets for crop production, agricultural systems require the development of new soybean cultivars resistant to abiotic stresses. Taking this into account, further improvement of soybean breeding methods and the development of new high-yielding cultivars adapted to unfavorable abiotic factors based on the expansion of the genetic diversity of the crop are necessary. One of the key priorities of modern breeding is to increase the efficiency of selection.

The studies were conducted in 2021 and during 2023–2025 on the fields of the scientific crop rotation of the Yuriev plant production institute of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, under conditions typical of the eastern part of the Forest-Steppe zone of Ukraine. Breeding lines from competitive variety testing (KSV) and promising advanced breeding lines were used as the research material. The aim of the study was to assess the diversity of soybean breeding genotypes in terms of resistance to abiotic environmental factors under the conditions of the eastern Forest-Steppe of Ukraine.

Breeding material with high plasticity for yield, seed protein content, and oil content was identified. It was established that the most favorable conditions for soybean yield formation during the years of study occurred in 2023 (year condition index (I_j) = 1.17), when the yield reached 2.55 t/ha. The minimum yield was recorded in 2024 – 0.88 t/ha, with a year condition index of –0.56. Favorable conditions for protein and oil synthesis in soybean seeds were observed in 2024. The average protein content amounted to 40.1 %, with a year condition index of 3.34. The oil content reached 18.7 %, with I_j = 0.75. The total content of protein and oil in the seeds was 58.8 %, with a year condition index of 1.59. The least favorable conditions for protein accumulation (36.4 %) and for the combined content of protein and oil (55.7 %) occurred in 2023, with year condition indices of –0.50 and –0.86, respectively. The least favorable conditions for oil accumulation were observed in 2025, when the oil content was 18.4 % and the year condition index reached Ij 0.75.

Key words: *soybean, plasticity, stability, year condition index, yield, seed quality, protein, oil.*

Актуальність теми дослідження. Від'ємні тенденції трансформації кліматичних умов, зокрема підвищення температури повітря, подовження бездощових періодів, збільшення частоти суховіїв та злив, що посилилися в останні роки, зумовлюють необхідність створення принципово нових сортів, основною ознакою яких є підвищена адаптивність до абіотичних стресів. Стабільність урожайності за роками повинна стати пріоритетною характеристикою сучасної селекції сої [1]. Оскільки соя сформувалася в умовах мусонного клімату, для переважно посушливих умов України доцільним є створення сортів із високою або середньою екологічною пластичністю та високою стабільністю основних кількісних ознак – компонентів урожайності [2].

Рівень потенціалу продуктивності сільськогосподарських рослин та їх екологічна стійкість регулюються різними генетичними системами і є відносно

незалежними ознаками [3], що повною мірою стосується й сортів сої. У багатьох випадках рівень стійкості не виявляє позитивної кореляції з іншими важливими показниками, які визначають урожайність та якість продукції. Висока продуктивність і стабільність агрофітоценозу є взаємно обмежувальними через неможливість поєднання в одній системі всіх складових компонентів. Відомо, що потенціал продуктивності сорту сої тісно корелює з його адаптивними властивостями – екологічною пластичністю та стабільністю [4, 5].

Постановка проблеми. Останніми роками в Україні спостерігаються стабільно великі посівні площі сої. Разом з тим, трансформація клімату, аномальні погодні умови в період вегетації культури призводять до суттєвих втрат врожаїв [6]. Найбільш суттєвими лімітуючими факторами у виробництві сої є підвищені температури та посуха. Так, за результатами спостережень, втрати врожаю сої від посухи можуть сягати 45–70 % [7–14]. Крім того, в зв'язку з переходом на зовнішні ринки збуту рослинницької продукції, сільськогосподарське виробництво потребує нові сорти сої, стійкі до спеки та посухи. Враховуючи це, необхідним є подальше вдосконалення методів селекції сої та створення нових високоврожайних сортів, адаптованих до несприятливих абіотичних чинників на основі розширення генетичного різноманіття культури. Одним з пріоритетів сучасної селекції є підвищення ефективності добору.

Метою досліджень є визначення різноманіття селекційних зразків сої за стійкістю до абіотичних чинників довкілля в умовах східної частини Лісостепу України.

Методика досліджень. Дослідження проводилися у 2021 р. та 2023–2025 рр. на полях наукової сівозміни Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, в умовах типових для східної частини Лісостепу України.

В якості предмета досліджень використовувалися селекційні номери конкурсного сортовипробування (КСВ) та перспективні селекційні лінії.

Конкурсне сортовипробування проводили за стандартною методикою при загальноприйнятій для Лісостепової зони України технології вирощування: норма висіву 600 тис. схожих насінин на 1 га; ширина міжрядь 45 см; облікова площа ділянки – 25 м^2, повторність досліду – триразова.

Сою розміщали після стерньового попередника – ячмінь ярий. Сівба здійснювалась селекційною сівалкою ССФК–7 при сталому прогріванні ґрунту на глибині загортання насіння (3–5 см) до 10–12 °С. Під час вегетації рослин сої проводили один-два міжрядних обробітки ґрунту. Збирали врожай у фазі повної спілості насіння поділяночно, зернозбиральним комбайном «Hege–125» з наступною очисткою на насіннєочисній машині СМ–0,16 і перерахунком на стандартну вологість (14 %).

Реакцію сортів на мінливість умов вирощування визначали за коефіцієнтами лінійної регресії bi врожайності (вмісту білка, вмісту олії, вмісту білка і олії) за методикою S. A. Eberhart, W. A. Russel [15].

Коефіцієнт регресії ознаки кожного зразка на зміну умов розраховували за наступною формулою (1):

$$b_i = \sum (X_{ij} \times I_j) \Big/ \sum I_j, \quad (1)$$

де b_i – коефіцієнт регресії врожаю (вмісту білка, вмісту олії, вмісту білка і олії) кожного (і-го) зразку у середовищі з поліпшенням або погіршенням умов; X_{ij} – урожайність (уміст білка, вміст олії, вміст білка і олії) *i*-го зразка у будь-яких *j*-умовах; I_j – індекс *j*-их умов, що є різницею середньої врожайності (вмісту білка, вмісту олії, вмісту білка і олії) всіх зразків у цих умовах і загальної середньої врожайності (умісту білка, олії та їх сумарної кількості) серед усіх дослідів.

Визначення вмісту білка і олії в насінні проводили на пристрої «Инфралюм ФТ-10».

Визначали основні цінні господарські ознаки селекційних зразків сої, зокрема врожайність, уміст білка і олії в насінні, а також їх сумарний уміст залежно від гідротермічних умов періоду вегетації.

Результати досліджень. Гідрометеорологічні умови впродовж 2021 р. та 2023–2025 рр. характеризувалися значною контрастністю, що відображає регіональні кліматичні особливості та забезпечило можливість об'єктивної оцінки досліджуваного матеріалу з виділенням високопродуктивних генотипів із підвищеними показниками якості насіння (рис. 1).

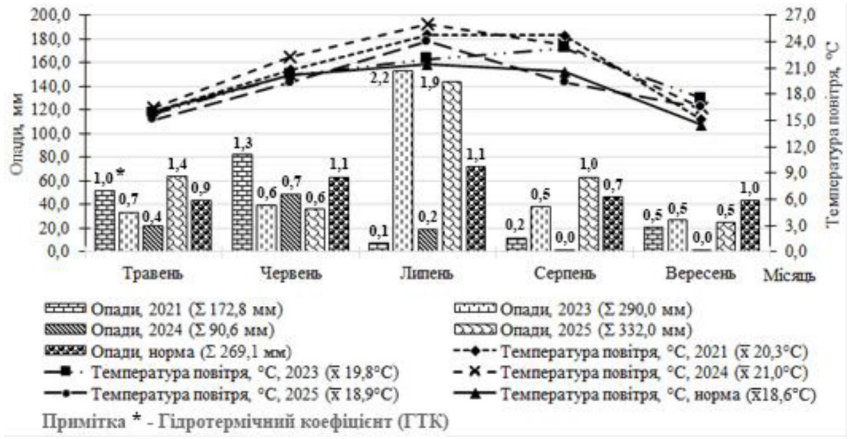


Рис 1. Динаміка щомісячних середньодобових температур повітря, кількості опадів і ГТК порівняно із кліматичною нормою

Найбільш сприятливі погодні умови для росту та розвитку рослин склалися у 2023 р. Температурний режим був близьким до кліматичної норми, тоді як сумарна кількість атмосферних опадів перевищувала середньобагаторічні показники на 21 мм.

У 2021 та 2024 рр. розподіл опадів упродовж вегетаційного періоду сої відзначався значною нерівномірністю. У критичні фази розвитку (цвітіння-налив насіння) рослини перебували в умовах дефіциту вологи за підвищених температур повітря, що загалом зумовило формування низької продуктивності. Сумарна кількість опадів за період вегетації становила відповідно 172,8 та 90,6 мм за кліматичної норми 269,1 мм.

Умови вегетаційного періоду 2025 р. характеризувалися періодичним підвищенням температури повітря та нерівномірним випаданням опадів у критичні фази росту й розвитку рослин, переважно у вигляді злив, що негативно позначилося на формуванні продуктивності рослин сої.

Визначено середній за 2021 та 2023–2025 рр. ступінь прояву ознак у селекційних зразків досліджуваної вибірки: врожайність становила 1,65 т/га, уміст білка в насінні – 38,8 %, уміст олії – 18,9 %, сумарний уміст білка й олії – 57,7 %. Аналіз отриманих результатів свідчить про наявність істотної диференціації за ступенем прояву ознак урожайності та показників якості насіння залежно від умов року вирощування (табл. 1).

Таблиця 1

Ступінь прояву цінних господарських ознак, пластичність і стабільність селекційних зразків сої, середнє за 2021, 2023–2025 рр.

Ознака, показник	Рік				середнє	Пластичність b_i (min-max)	Стабільність Si^2 (min-max)
	2021	2023	2024	2025			
Урожайність, т/га	1,80	2,55	0,88	1,35	1,65	0,85–1,35	0,55–0,80
Індекс умов року, I_j	0,38	1,17	–0,56	–0,04	–	–	–
Уміст білка в насінні, %	39,2	36,4	40,1	39,5	38,8	0,02–1,51	2,05–4,34
Індекс умов року, I_j	2,33	–0,50	3,34	2,52	–	–	–
Уміст олії в насінні, %	19,2	19,3	18,7	18,4	18,9	1,24–3,27	0,66–1,53
Індекс умов року, I_j	1,04	1,12	0,75	0,64	–	–	–
Уміст білка та олії в насінні, %	58,4	55,7	58,8	57,9	57,7	0,15–1,57	2,15–4,20
Індекс умов року, I_j	1,32	-0,86	1,59	1,07	–	–	–

Найбільш сприятливі умови для формування врожайності насіння були у 2023 р. (індекс умов року (I_j) дорівнював 1,12), за яких рівень урожайності становив 2,55 т/га. Мінімальні показники врожайності були у 2024 р. – 0,88 т/га при значенні індексу умов року (I_j) –0,56. Значення коефіцієнта регресії (b_i) за ознакою врожайності у зразків експериментальної вибірки варіювали в межах 0,85–1,35, тоді як показники варіанси стабільності (Si^2) становили 0,55–0,80.

Сприятливі умови для формування основних біохімічних компонентів насіння сої відмічались у 2024 р. Середній уміст білка сягав рівня 40,1 % при значенні індекса умов року 3,34. Олійність насіння склала 18,7 % (I_j = 0,75), тоді як сумарний уміст білка й олії досягав 58,8 % при індексі умов року 1,59.

Несприятливі умови для формування вмісту білка в насінні (36,4 %) та сумарного вмісту білка і олії (55,7 %) склалися у 2023 р., що підтверджується від'ємними значеннями індексів умов року, відповідно –0,50 та –0,86. Найменш сприятливі умови для синтезу олії були у 2025 р., де при олійності насіння 18,4 % індекс умов року становив –0,64.

Коефіцієнт пластичності за ознакою вмісту білка в насінні у зразків досліджуваної вибірки перебував у межах 0,02–1,51, що свідчить про значну диференціацію генотипів за цією ознакою. Варіанса стабільності при цьому коливалася в межах 2,05–4,34. Значення коефіцієнта регресії (b_i) за вмістом олії в насінні становили в межах 1,24–3,27, а показник варіанса стабільності (Si^2) – 0,66–1,53. Для ознаки сумарного вмісту білка і олії коефіцієнт регресії варіював у межах 0,15–1,57, тоді як варіанса стабільності – 2,15–4,20.

Аналіз селекційних зразків експериментальної вибірки за коефіцієнтом пластичності дав змогу виокремити найбільш пластичні за ознакою врожайності генотипи, для яких значення коефіцієнта пластичності були в межах 1,22–1,42, а ступінь урожайності коливався від 1,63 т/га до 1,77 т/га (рис. 2).

Виявлено, що високу здатність до підвищення врожайності насіння при покращенні гідротермічних умов середовища показали наступні селекційні номери:

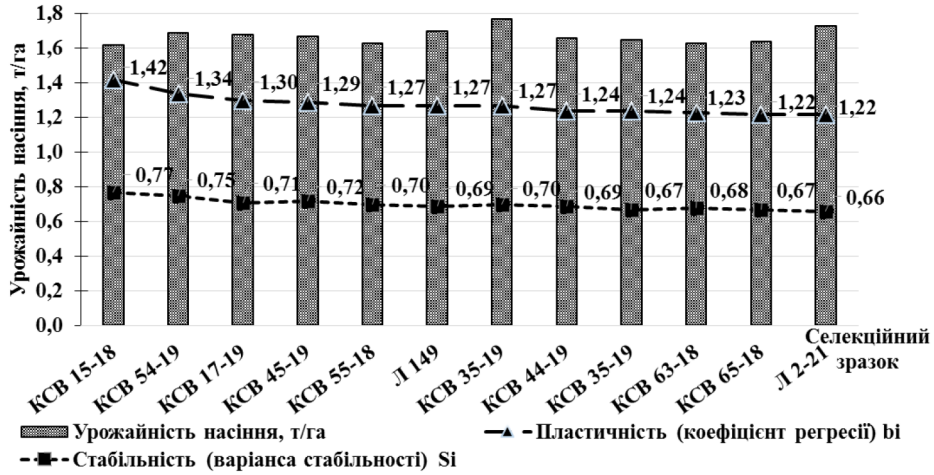


Рис 2. Високопластичні за врожайністю насіння зразки сої, середнє за 2021, 2023–2025 рр.

КСВ 15-18 (b_i = 1,42), КСВ 54-19 (b_i = 1,34), КСВ 17-19 (b_i = 1,30), КСВ 45-19 (b_i = 1,29), КСВ 55-18 (b_i = 1,27), Л 149 (b_i = 1,27), КСВ 35-19 (b_i = 1,27), КСВ 44-19 (b_i = 1,24), КСВ 35-19 (b_i = 1,24), КСВ 63-18 (b_i = 1,23), КСВ 65-18 (b_i = 1,22) та Л 2-21 (b_i = 1,22).

Оцінка пластичності зразків конкурсного сортовипробування та перспективних ліній за ознакою вмісту білка в насінні дав змогу виокремити генотипи з найвищою реакцією на покращення кліматичних умов середовища, у яких значення коефіцієнта пластичності варіювали в межах 1,29–1,50 при вмісту білка 38,3–39,9 %.

Високопластичними за вмістом білка в насінні виявилися наступні селекційні номери та лінії: Л 18-17 (b_i = 1,50), Л 778-21 (b_i = 1,45), Л 732-23 (b_i = 1,43), Л 149 (b_i = 1,42), Л 721-23 (b_i = 1,39), Л 795-23 (b_i = 1,38), КСВ 30-18 (b_i = 1,33), КСВ 33-19 (b_i = 1,33), КСВ 55-18 (b_i = 1,31) та КСВ 58-19 (b_i = 1,29) (рис. 3).

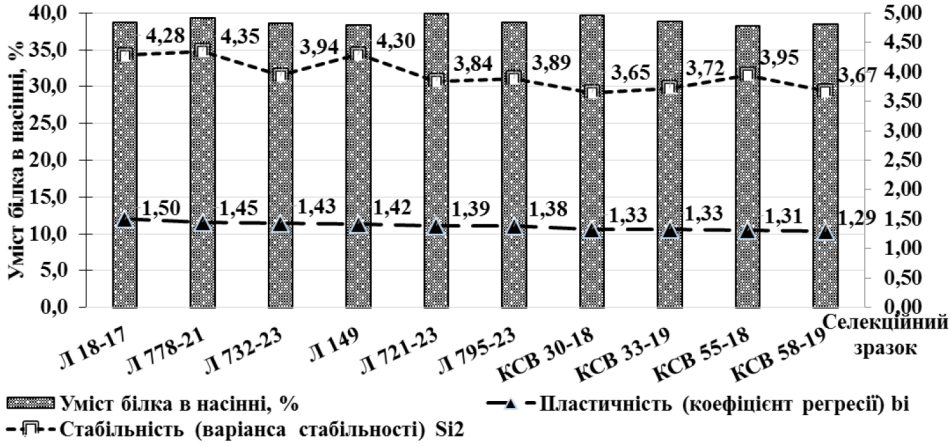


Рис 3. Високопластичні за вмістом білка в насінні зразки сої, середнє за 2021, 2023–2025 рр.

Високу пластичність за ознакою вмісту олії в насінні мали генотипи зі значенням коефіцієнта пластичності в межах 2,30–3,18 за рівня олійності 17,8–18,6 %. Максимальне значення коефіцієнта пластичності за цією ознакою встановлено у селекційної лінії Л 718-20 (b_i = 3,18). Також до групи високопластичних за вмістом олії в насінні віднесено селекційні номери та лінії: Л 705-19 (b_i = 2,59), Л 752-23 (b_i = 2,55), Л 743-21 (b_i = 2,48), Л 720-21 (b_i = 2,55), Л 790-23 (b_i = 2,41), Л 735-21 (b_i = 2,37), Л 741-23 (b_i = 2,35), КСВ 16-17 (b_i = 2,30), КСВ 37-17 (b_i = 2,31) та КСВ 55-18 (b_i = 2,46) (рис. 4).

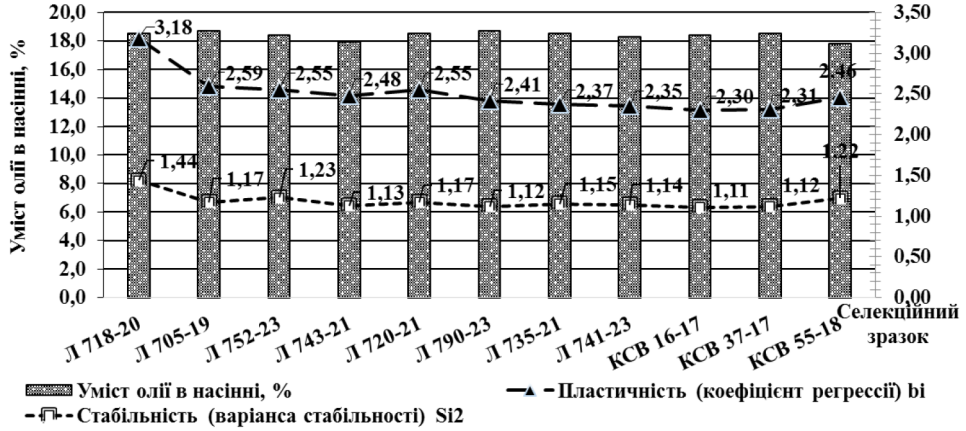


Рис 4. Високопластичні за вмістом олії в насінні зразки сої, середнє за 2021, 2023–2025 рр.

Оцінка експериментальної вибірки за сумарним умістом білка і олії в насінні дав змогу виокремити групу зразків із найвищим рівнем пластичності за цією ознакою, у яких показник коефіцієнта пластичності становило 1,25–1,64 за рівня прояву ознаки 56,5–57,6 % (рис. 5).

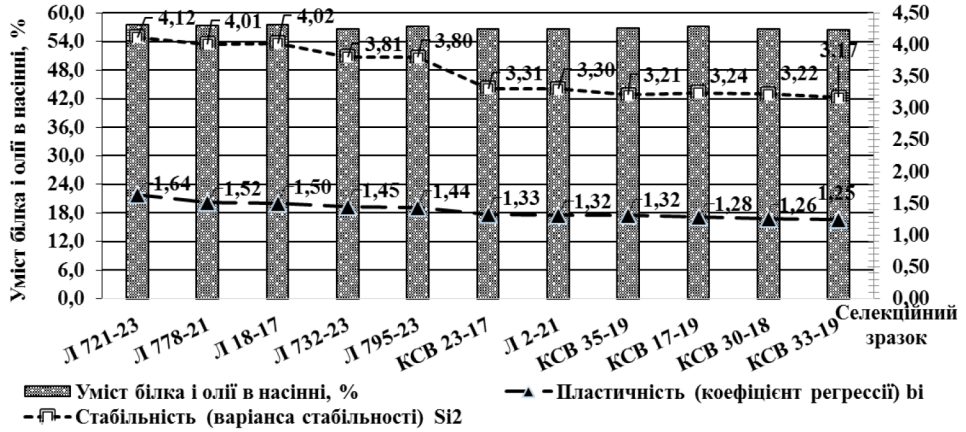


Рис 5. Високопластичні за сумарним умістом білка і олії в насінні зразки сої, середнє за 2021, 2023–2025 рр.

Встановлено, що до генотипів сої з високим коефіцієнтом пластичності за ознакою вмістом білка і олії в насінні віднесено наступні селекційні номери та лінії: Л 721-23 (b_i = 1,64), Л 778-21 (b_i = 1,52), Л 18-17 (b_i = 1,50), Л 732-23 (b_i = 1,45), Л 795-23 (b_i = 1,44), Л 2-21 (b_i = 1,32), а також селекційні номери КСВ 23-17 (b_i = 1,33), КСВ 35-19 (b_i = 1,32), КСВ 17-19 (b_i = 1,28), КСВ 30-18 (b_i = 1,26) та КСВ 33-19 (b_i = 1,25).

Встановлено, що деякі генотипи сої поєднують в собі високий ступінь пластичності за кількома ознаками. Зокрема, при оцінці показників пластичності зразків сої за ознаками врожайності та якості насіння було виявлено, що селекційний номер КСВ 55-18 характеризується високою пластичністю за врожайністю насіння, вмістом білка та олійністю насіння. При цьому, високу пластичність за ознаками врожайності та вмісту білка в насінні виявлено у селекційного номера КСВ 55-18 і селекційної лінії Л 149. Селекційні номери КСВ 17-19, КСВ 35-19 та селекційна лінія Л 2-21 проявили високий рівень пластичності за ознаками врожайності та сумарного вмісту білка і олії в насінні. Високу пластичність за ознаками вмісту білка в насінні та сумарного вмісту білка і олії в насінні поєднували селекційні лінії Л 18-17, Л 778-21, Л 732-23, Л 721-23 та Л 795-23.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Встановлено, що найбільш сприятливі умови для формування врожайності сої (2,55 т/га) склалися у 2023 р., коли індекс умов року (I_j) становив 1,17. Найнижчий рівень врожайності відмічався у 2024 р. – 0,88 т/га при значенні індексу умов року –0,56. Водночас сприятливі умови для синтезу білка і олії в насінні сої були у 2024 р. Середній уміст білка в насінні становив 40,1 % (I_j = 3,34), уміст олії – 18,7 % (I_j = 0,75), а сумарний уміст білка й олії – 58,8 % (I_j = 1,59). Найбільш несприятливі умови для накопичення білка в насінні (36,4 %, I_j = –0,50) та сумарного вмісту білка і олії (55,7 %, I_j = –0,86) склалися у 2023 р., а для синтезу олії – у 2025 р. (18,4 %, I_j = 0,64).

Виділені селекційні номери та перспективні селекційні лінії становлять цінний вихідний матеріал для селекції сої на високу пластичність за окремими цінними господарськими ознаками та їх комплексом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Січкар В. І. Селекційна цінність колекційних зразків при створенні високопродуктивних сортів сої. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 83–92. https://doi.org/10.30835/2413-7510.2014.42133

2. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція і виробництво сої в Україні. Вінниця, 2008. 215 с.

3. Січкар В. І. Стан і перспективи селекції сої в Україні. *Збірник наукових праць ЛНАУ*. 2002. № 20 (32). С. 7–14.

4. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграрна наука, 2011. 548 с.

5. Ramiers-Valleo P., Kelly J. D. Traits related to drounght resistance in common bean. *Euphytica*. 1998. V. 99 (2). P. 127–136.

6. Maranna S., Nataraj V., Kumawat G., Chandra S., Rajesh V., Ramteke R., Patel R. M., Ratnaparkhe M. B., Husain S. M., Gupta S., Khandekar N. Breeding for higher yield, early maturity, wider adaptability and waterlogging tolerance in soybean (*Glycine max L.*): A case study. *Scientific Reports*. 2021. V. 11. P. 22853. https://doi.org/10.1038/s41598-021-02064-x

7. Poudel S., Vennam R. R., Shrestha A., Reddy K. R., Wijewardane N. K., Reddy K. N., Bheemanahalli R. Resilience of soybean cultivars to drought stress during

flowering and early-seed setting stages. *Scientific Reports*. 2023. V. 13 P. 1277. https://doi.org/10.1038/s41598-023-28354-0

8. Tyshchenko A., Tyshchenko O., Konovalova V., Fundirat K., Piliarska O. Methods of determining the drought resistance of plants. *Scientific Collection «InterConf+»*. 2023. V. 33(155) P. 343–361. https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.030

9. Jumrani K., Bhatia V. S. Impact of combined stress of high temperature and water deficit on growth and seed yield of soybean. *Physiol Mol Biol Plants*. 2018. V. 24(1) P. 37–50. https://doi.org/10.1007/s12298-017-0480-5

10. Liang H., Zhou Y., Lu Y., Pei S., Xu D., Lu Z., Yao W., Liu Q., Yu L., Li H. Evaluation of soybean drought tolerance using multimodal data from an unmanned aerial vehicle and machine learning. *Remote Sens*. 2024. V. 16. P. 2043. https://doi.org/10.3390/rs16112043

11. Yan H., Wang J., Liu J., Zhang H., Huang L., Wang X. Screening diverse soybean genotypes for drought tolerance by membership function value based on multiple traits and drought-tolerant coefficient of yield. *BMC Plant Biol*. 2020. V. 20. P. 321. https://doi.org/10.1186/s12870-020-02519-9

12. Nguyen T. C., Jo H., Tran H. A., Lee J., Lee J.-D., Kim J. H., Seo H. S., Song J. T. Assessment of drought responses of wild soybean accessions at different growth stages. *Agronomy*. 2024. V. 14. P. 471. https://doi.org/10.3390/agronomy14030471

13. Deshmukh S. N., Kolhe P. N., Kale M. R., Varne M. D., Pawar K. Evaluation of drought effect on soybean genotypes mediated through PEG-6000 (polyethylene glycol). Int J Curr Microbiol App Sci. 2020. V. 9(9). P. 726–734 https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.909.092

14. Zhao X., Liu Z., Li H., Zhang Y., Yu L., Qi X., Gao H., Li Y., Qiu L. Identification of drought-tolerance genes in the germination stage of soybean. *Biol*. 2022. V. 11(12) P. 1812. https://doi.org/10.3390/biology11121812

15. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966. № 6. P. 36–40.

Дата першого надходження статті до видання: 28.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633/631.8
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.29

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

Шевченко Н. В. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри рослинництва та садівництва
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-0334-2044

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення впливу удобрення посівів кукурудзи на показники настання фізіологічних фаз росту і розвитку, динаміки і видового складу бур'янів, густоти рослин, маси зерна кукурудзи з одного початку та урожайності зерна кукурудзи. Досліджено параметри якісних характеристик одержаного урожаю.

Завдяки високій рентабельності у значній частині сільськогосподарських підприємств Лісостепу правобережного насиченість польових сівозмін кукурудзою перевищує 30 %, що у кілька разів перевищує науково-обґрунтовані нормативи. Тому метою наших досліджень було встановити відмінності у вегетації, урожайності та якості одержаної продукції кукурудзи за вирощування кукурудзи у сівозміні з різними нормами мінерального удобрення після попередника пшениці озимої. Польові дослідження проводилися впродовж 2024–2025 рр. у НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. Лабораторні дослідження проводилися у сертифікованій лабораторії Вінницької філії Інституту охорони ґрунтів України.

При вирощуванні кукурудзи із додатковим внесенням мінеральних добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$, було зафіксовано затримки у рості та розвитку. Ці затримки починалися з утворення дев'ятого листка кукурудзи (ВВСН 19), затримуючи розвиток на одну добу, і до моменту повної стиглості (ВВСН R6) рослин вона зростала до трьох діб. На цьому ж варіанті спостерігалося збільшення частки бур'янів на 25–30,8 % порівняно із посівами кукурудзи, де норма добрив була помірна – $N_{45}P_{45}K_{45}$, при цьому спостерігалося зменшення різноманіття бур'янів, які концентрувалися переважно довкола лободи білої і щириці звичайної. Внесення додаткових мінеральних добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ підвищувало урожайність зерна кукурудзи на 11 %, але водночас зменшувався вміст білка та вологи в зерні на 0,4 %, а концентрація нітратів падала на 6,4 % у порівнянні з вирощуванням з помірним удобренням.

Ключові слова: *кукурудза, удобрення, урожайність, густота, якість, зерно, мінеральні добрива.*

Shevchenko N. V. Yield and quality of corn grain depend on fertilization

The article presents the results of research on the impact of corn fertilization on the onset of physiological phases of growth and development, the dynamics and species composition of weeds, plant density, corn grain mass from one start, and corn grain yield. The parameters of the qualitative characteristics of the resulting crop were investigated.

Due to the high profitability of a significant part of the agricultural enterprises of the Right-Bank Forest-Steppe, the saturation of field crop rotations with corn exceeds 30 %, which is several times higher than scientifically based standards. Therefore, the purpose of our research was to establish differences in vegetation, yield and quality of the resulting corn products when growing corn in crop rotation with different rates of mineral fertilizer after the predecessor of winter wheat. Field studies were conducted during 2024–2025 at the Research and Development Department "Agronomichne" of Vinnytsia National Agrarian University. Laboratory studies were conducted in a certified laboratory of the Vinnytsia branch of the Institute of Soil Protection of Ukraine.

When growing corn with additional mineral fertilizers – $N_{65}P_{65}K_{65}$, delays in growth and development were recorded. These delays began with the formation of the ninth leaf of corn (BBCH 19), delaying development for one day, and by the time the plants were fully ripe (BBCH R6), it

© Шевченко Н. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

grew for up to three days. In the same variant, an increase in the proportion of weeds by 25–30.8 % was observed compared to corn crops, where the fertilizer rate was moderate – $N_{45}P_{45}K_{45}$, *while a decrease in the diversity of weeds was observed, which were concentrated mainly around white quinoa and common sincere. The application of additional mineral fertilizers* – $N_{65}P_{65}K_{65}$ *increased the yield of corn grain by 11 %, but at the same time the protein and moisture content in the grain decreased by 0.4 %, and the nitrate concentration dropped by 6.4 % compared to cultivation with moderate fertilization.*

Key words: *corn, fertilizer, yield, density, quality, grain, mineral fertilizers.*

Постановка проблеми. Формування продуктивності агрофітоценозів зернової кукурудзи є складним багатофакторним процесом, що визначається як природними умовами, так і агротехнічними операціями. Протягом останнього десятиліття в Україні суттєво збільшились площі посівів кукурудзи на зерно, адже ця культура вирізняється високою урожайністю та здатністю забезпечувати значний економічний зиск. Завдяки високій рентабельності багато сільськогосподарських підприємств у зоні Лісостепу правобережного включають кукурудзу у свої польові сівозміни у структурі понад 30 % від загальної площі, що значно перевищує рекомендовані наукові нормативи [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зі збільшенням посівних площ кукурудзи на зерно спостерігається також і зростання її врожайності. Досягти цього вдається завдяки підвищенню норм внесення мінеральних добрив та інтенсивному застосуванню синтетичних пестицидів, особливо за умов частого повернення кукурудзи на те саме поле або навіть безперервного вирощування цієї культури на одному й тому ж місці протягом кількох років. У таких ситуаціях відбувається значне порушення системи взаємодії між природними та техногенними факторами, що призводить до посилення їх негативного впливу на агроценози. Це стосується не лише повторних посівів кукурудзи, але й інших культур, які будуть висаджені після кількох років її вирощування. Подібна практика створює серйозні ризики як для стабільності функціонування таких агроекосистем, так і для якісних характеристик і екологічної безпечності отриманої продукції рослинництва [3, 4].

На багатьох сільськогосподарських підприємствах кількість традиційних багатопільних сівозмін значно скоротилася і нині вони зазвичай обмежуються трьома-чотирма культурами, серед яких домінує кукурудза. Таке скорочення культур у сівозміні ускладнює підбір оптимальних попередників, що робить неможливим дотримання основних принципів плодозмінності. Зважаючи на те, що кукурудза належить до самосумісних культур, її часто вирощують на одному й тому ж полі протягом кількох років поспіль без істотного зниження врожайності зерна. Водночас при такому підході ігноруються біологічні, екологічні та ґрунтово-ценотичні наслідки для функціонування агроекосистеми [5, 6].

Суттєве порушення сівозмін у поєднанні з насиченням їх кукурудзою – культурою, яка інтенсивно споживає поживні речовини та вологу з ґрунту, супроводжується впливом кліматичних змін у бік глобального потепління та підвищення дефіциту вологи. Такі метеорологічні умови вже відчуваються в сучасному землеробстві, особливо при вирощуванні наступних культур у сівозміні після кількарічного вирощування кукурудзи. Головним проявом цих змін є обмеження у вологозабезпеченні, яке стає визначальним фактором [7, 8].

Водночас кукурудза є культурою, яка надзвичайно чутливо реагує на рівень зволоження. Зважаючи на кліматичні зміни, що спостерігаються останніми десятиліттями в правобережній частині Лісостепу України, її реакція на повторне вирощування у короткоротаційних сівозмінах залишається недостатньо дослідженою, що може створити ризики виникнення серйозних наслідків [9].

Є підтвердження, що кукурудза задовільно переносить повторні посіви протягом трьох-чотирьох років. Водночас така тривалість вирощування потребує удосконалення технології вирощування, що включає оптимізацію вибору гібридів, впровадження ефективних агротехнічних заходів, адаптованих до специфічних умов. Ця технологія має об'єднувати фактори, які забезпечують стійкість агробіогеоценозу до ключових критичних і обмежуючих умов. Для стабільного функціонування агроекосистем з повторним вирощуванням кукурудзи кілька років поспіль необхідна стабілізація вмісту гумусу в ґрунті, оптимізація методів захисту посівів від шкідників і диференційований обробіток ґрунту. Але визначальна роль належить мінеральним добривам. Якщо при помірному вирощуванні кукурудзи після кращих попередників вона гарантовано формує високий урожай при помірних та середніх нормах мінеральних добрив, то при частому поверненні її на попереднє місце, а тим більше при повторному вирощуванні впродовж кількох років – необхідно вносити підвищені норми добрив [10, 11]. Саме на порівняння такого удобрення кукурудзи щодо продуктивності посівів та якості урожаю були направлені наші дослідження.

Постановка завдання. Польові дослідження здійснювалися протягом 2024–2025 років на сірих опідзолених середньосуглинкових ґрунтах НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету у с. Агрономічне Вінницької області. Кукурудзу висівали у сівозміні після озимої пшениці. Основний обробіток ґрунту проводився методом оранки на глибину 25–27 см.

Вирощували гібрид кукурудзи СІ АРІОСО, селекції ТОВ «Сингента». Це середньоранній гібрид із ФАО 250, призначений для вирощування на зерно. Гібрид був включений до державного реєстру у 2015 році. Відноситься до типу зубовидної кукурудзи, вирізняється високою посухостійкістю, відмінною врожайністю, швидкою втратою вологи під час дозрівання насіння, а також високою стійкістю до хвороб та вилягання. Має підвищений вміст крохмалю. Рекомендований для вирощування у зонах Полісся, Лісостепу та Степу України.

Норма висіву кукурудзи становила 68,0 тисяч схожих насінин на гектар, а посів здійснювали на початку травня. Для дослідження ефективності різних норм мінеральних добрив під посівів кукурудзи, застосовували два варіанти удобрення: $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{65}P_{65}K_{65}$. Вносили нітроамофоску розкидним методом під допосівну культивацію ґрунту.

Для захисту рослин використовували гербіцид Міладар Дуо. Це системний післясходовий препарат, призначений для знищення однорічних і багаторічних злакових та дводольних бур'янів у посівах кукурудзи. Гербіцид застосовували методом обприскування на стадії п'яти листків кукурудзи (ВВСН 15) у нормі 1,25 л/га з додаванням прилипача Тандем у дозі 0,3 л/га. Витрата робочого розчину становила 200 л/га. У період вегетації також було проведено два міжрядні обробітки посівів.

Дослідження проводили в чотириразовій повторності, із площею облікової ділянки 25 м². У ході експериментів застосовували такі методи обліку: фази росту та розвитку рослин відстежували візуально, фіксуючи відповідні зміни у восьми з десяти дослідних рослин у двох несуміжних повтореннях. Чисельність бур'янів оцінювали кількісно в динаміці, зокрема на стадіях розвитку кукурудзи: фаза трьох листків (ВВСН 13), дев'яти листків (ВВСН 19) та період молочної стиглості (ВВСН 77). Облік проводили в чотирьох повтореннях на постійних ділянках розміром 0,5 × 0,5 м, паралельно визначаючи видовий склад бур'янів у посівах. Густоту розміщення рослин обчислювали наприкінці вегетаційного періоду,

використовуючи постійні ділянки довжиною 1,4 метра, з подальшим перерахунком на гектарну площу. Щодо середньої маси зерна з одного початку кукурудзи, її визначали шляхом зважування п'яти початків без стержнів із кожного повторення. Облік урожайності здійснювався комбайновим методом, з обмолотом зерна для кожного варіанта експерименту [12].

Лабораторні аналізи виконували у сертифікованій лабораторії Вінницької філії Інституту охорони ґрунтів України. В ході досліджень визначали вміст білка та вологи за допомогою фотометричного методу, а також рівень нітратів, використовуючи іонометричний спосіб. Для проведення аналізів відбирали середні проби зерна від кожного варіанту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Спостереження за ростом і розвитком кукурудзи, що була посіяна з підвищеною нормою добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$, показали, що етапи появи сходів (ВВСН 11), 3-х (ВВСН 13), 5-ти (ВВСН 15) і 7-ми (ВВСН 17) листків відбувалися без значних змін порівняно з посівами кукурудзи, вирощеної після середніх норм мінеральних добрив – $N_{45}P_{45}K_{45}$. Проте, починаючи з фази появи 9-го листка (ВВСН 19) на варіанті з вищою нормою добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$, спостерігалась затримка приблизно на добу порівняно із кукурудзою, вирощеною із середніми нормами добрив – $N_{45}P_{45}K_{45}$. Ця тенденція зберігалася до завершення вегетаційного періоду. Етап викиду волоті (ВВСН VT) на варіанті з підвищеною нормою добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ наступав на добу пізніше, ніж у рослин, вирощених з середньою нормою добрив – $N_{45}P_{45}K_{45}$. Молочна стиглість (ВВСН 77) затримувалась на дві доби, а повна стиглість (ВВСН R6) – на три доби порівняно з кукурудзою, яка вирощувалася з середньою нормою добрив – $N_{45}P_{45}K_{45}$ (рис. 1).

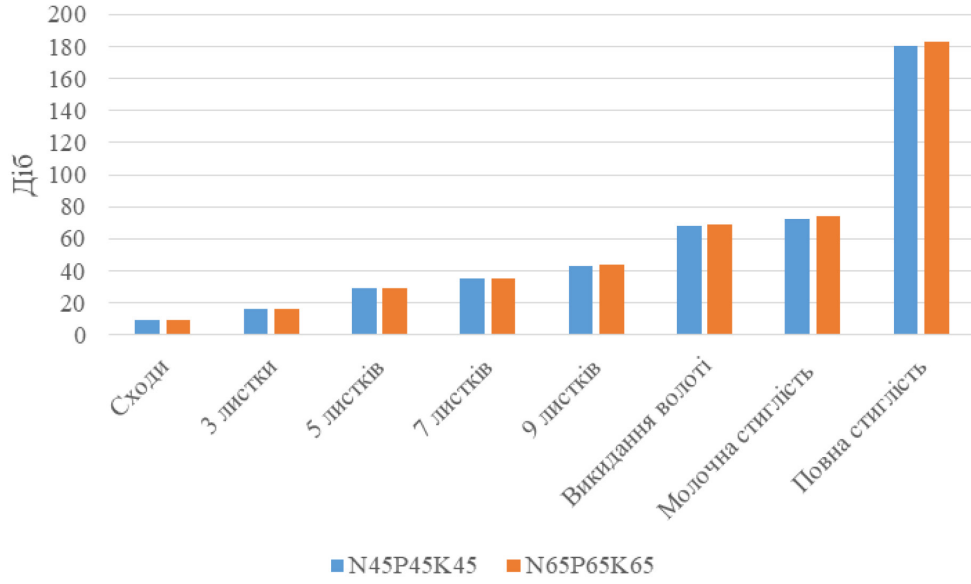


Рис. 1. Настання фаз росту і розвитку кукурудзи залежно від удобрення, діб від сівби

Вирощування кукурудзи з підвищеною нормою добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ суттєво впливало на кількість бур'янів у її посівах. Зокрема, у фазі трьох листків кукурудзи (ВВСН 13), вирощуваної з середньою нормою добрив – $N_{45}P_{45}K_{45}$, чисельність бур'янів становила 9 шт./м^2. Однак при вирощуванні кукурудзи з підвищеною

нормою добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ кількість бур'янів була на 30,8 % більшою і досягала 13 шт./м^2. У фазі дев'яти листків (ВВСН 19) чисельність бур'янів у посівах кукурудзи з середньою нормою добрив – $N_{45}P_{45}K_{45}$ залишалася незмінною, а в посівах з підвищеною нормою добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ – знизилася на 7,7 %. Проте цей показник все ж був на 25 % вищим порівняно з відповідними значеннями у варіанті кукурудзи, яку вирощували з середньою нормою удобрення – $N_{45}P_{45}K_{45}$. На етапі молочної стиглості (ВВСН 77) кукурудзи варіанту з середньою нормою добрив – $N_{45}P_{45}K_{45}$, чисельність бур'янів зменшилася на 22,2 %, досягнувши 7 шт./м^2. Аналогічна тенденція спостерігалась і в посівах кукурудзи з підвищеною нормою удобрення – $N_{65}P_{65}K_{65}$: кількість бур'янів скоротилася на 16,7 %, але все ж залишалася на 30 % вищою порівняно з посівами варіанту з середнім удобренням – $N_{45}P_{45}K_{45}$ (рис. 2).

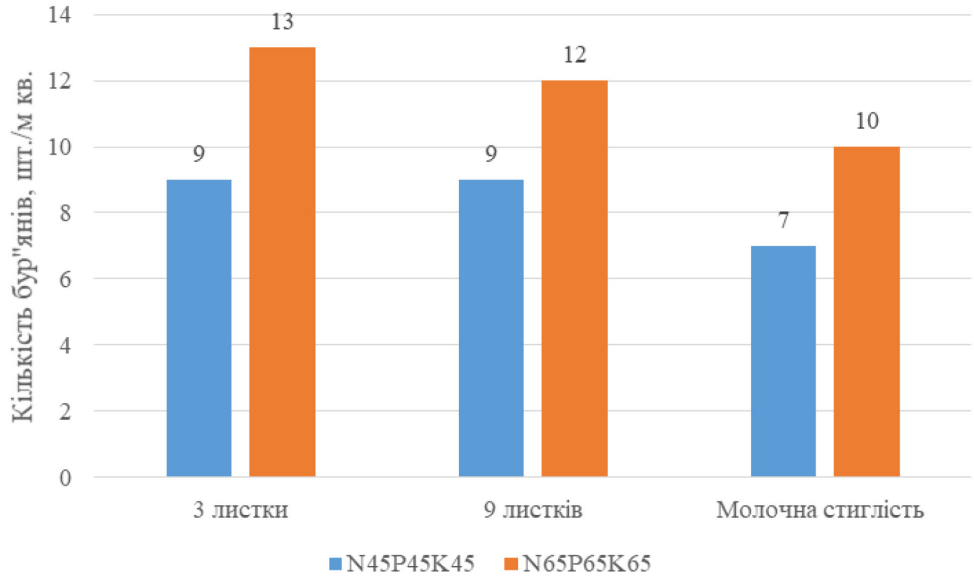


Рис. 2. Динаміка бур'янів у посівах кукурудзи залежно від удобрення, шт./м^2

Наші дослідження свідчать, що вирощування кукурудзи з підвищеною нормою мінеральних добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ призводить до збільшення кількості бур'янів на 25,0–30,8 % порівняно з посівами варіанту з середніми добривами – $N_{45}P_{45}K_{45}$. Хоча невелика кількість бур'янів може не мати істотного впливу на врожайність кукурудзи завдяки використанню гербіцидів та міжрядного обробітку ґрунту, така практика все ж здатна спричинити значне накопичення насіння бур'янів у ґрунті, що може ускладнити ситуацію в наступні сезони через їх інтенсивне проростання.

Наші дослідження показали тенденцію скорочення чисельності бур'янів у посівах кукурудзи до завершення вегетаційного періоду. Зокрема, у варіанті з середніми нормами удобрення – $N_{45}P_{45}K_{45}$ чисельність бур'янів у посівах кукурудзи зменшилася на 22,2 % від фази трьох листків (ВВСН 13) до фази молочної стиглості (ВВСН 77), а в разі висівання кукурудзи з підвищеною нормою мінеральних добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ цей показник становив 7,7–16,7 %. Відомо, що на початкових етапах росту кукурудза розвивається повільно, через що не здатна ефективно конкурувати з бур'янами. Лише у другій половині вегетації її ріст суттєво прискорюється, що

дозволяє пригнічувати певну частину бур'янів у посівах. Водночас, на жодному з досліджуваних варіантів не було зафіксовано пошкодження посівів кукурудзи хворобами чи шкідниками, не залежно від норм мінеральних добрив.

Під час дослідження особливостей бур'янового складу при вирощуванні кукурудзи у різних умовах було помічено значну різницю у видовому складі бур'янів залежно від удобрення. На варіанті удобрення кукурудзи середніми нормами добрив – $N_{45}P_{45}K_{45}$ серед основних бур'янів виділялися мишій сизий та зелений, лобода біла і щириця звичайна. На варіанті вирощування кукурудзи з підвищеною нормою мінеральних добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ видове різноманіття значно зменшувалося, залишаючи лише лободу білу і щирицю звичайну. Це явище може бути пояснене різними вимогами до вологи у рослин. Оскільки мишії мають більшу потребу у вологому середовищі, порівняно з лободою і щирицею, вирощування кукурудзи з підвищеною нормою добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ спричиняє більш значне висушення ґрунту, що ускладнює проростання мишію. Водночас лобода біла і щириця звичайна здатні краще адаптуватися до сухішого стану ґрунту, демонструючи високу конкурентоспроможність з кукурудзяними посівами.

Під час збирання кукурудзи (BBCH R6) густота рослин залишалася майже однаковою для обох варіантів і не залежала від норми добрив, становлячи 60,3–60,4 тис. шт./га. (табл. 1).

Таблиця 1

Показники продуктивності посівів кукурудзи залежно від удобрення

Параметр	Система удобрення	
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{65}P_{65}K_{65}$
Густота рослин на період збирання, тис. шт./га	60,4	60,3
Середня маса зерна з одного початку кукурудзи, г	1600,8	1720,4
Урожайність зерна, т/га	9,654	10,749

Маса зерна з одного початку кукурудзи за умови середніх норм мінеральних добрив – $N_{45}P_{45}K_{45}$ становила 1600,8 г. У випадку вирощування кукурудзи з додатковим внесенням мінеральних добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ цей показник зріс на 11 % і досягнув 1720,4 г. Найвища урожайність зерна спостерігалася саме на варіанті вирощуванні кукурудзи з внесенням підвищених добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$, склавши 10,749 т/га, що також було на 11 % більше рівня урожайності кукурудзи з середньою нормою удобрення – $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 9,654 т/га.

Дослідження показало, що додаткове внесення мінеральних добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ при вирощуванні кукурудзи не впливає на збереження рослин до моменту збирання. Водночас, воно сприяє збільшенню маси зерна з одного качана та загальної урожайності кукурудзи.

Хімічний аналіз зерна кукурудзи показав, що найбільший вміст білка, 7,67 %, спостерігався при вирощуванні культури з середнім рівнем удобрення – $N_{45}P_{45}K_{45}$. У випадку вирощування кукурудзи з додатковим внесенням мінеральних добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$, вміст білка зменшився на 0,4 % і склав 7,27 %. Це свідчить про те, що внесений мінеральний азот був використаний на ростові процеси та формування урожаю кукурудзи, але не вплинув значною мірою на підвищення поживної цінності зерна. Таким чином, зерно кукурудзи, отримане за вирощування з додатковими добривами – $N_{65}P_{65}K_{65}$, доцільніше направляти на технічні потреби. У той

же час зерно, вирощене з середніми нормами добрив – $N_{45}P_{45}K_{45}$, має підвищений вміст білка і більше підходить для використання у якості корму (рис. 3).

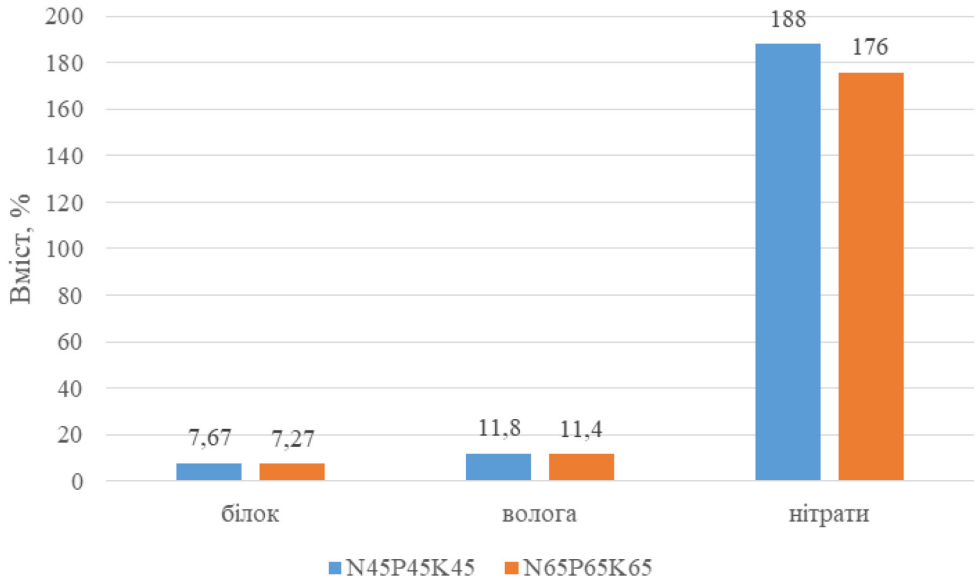


Рис. 3. Якість зерна кукурудзи залежно від удобрення

Вміст білка у зерні кукурудзи виявився досить низьким. Це можна пояснити специфікою гібрида, недостатньою кількістю поживних речовин у ґрунті, погодними умовами, а також особливостями технології удобрення та вирощування культури.

Вміст вологи зерна кукурудзи у фазі повної стиглості за вирощування з помірними нормами добрив – $N_{45}P_{45}K_{45}$ становив 11,8 %. У разі вирощування кукурудзи з підвищеними нормами добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ цей показник знижувався на 0,4 % і складав 11,4 %. Втрата вологості зерна під час дозрівання є складним інтегрованим процесом, що залежить від багатьох факторів. Серед них – фізико-біохімічні властивості зерна, морфологічні особливості качана кукурудзи, зокрема товщина стрижня, розміри зернівки, крупність зерна, кількість і здатність обгорток до розкриття, пониклість качана, строки появи чорного прошарку на зерні та консистенція ендосперму. Важливу роль відіграють також біологічні характеристики гібрида кукурудзи, як-от тривалість латентної фази й посухостійкість. Крім того, на вологість зерна впливає рівень вологості ґрунту. Зважаючи на це, можна припустити, що додаткове внесення добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ при вирощуванні кукурудзи призводить до зниження вологозапасів у ґрунті, що, у свою чергу, сприяє меншій вологості зерна.

При надмірному, неправильному та несвоєчасному азотному живленні у зерні кукурудзи може накопичуватися надлишок нітратів, що спричиняє токсичні впливи на організми. Дослідження показали, що вміст нітратів у зерні кукурудзи при вирощуванні з помірними нормами добрив – $N_{45}P_{45}K_{45}$ становить 188 мг/кг, що на 6,4 % більше, ніж при вирощуванні кукурудзи з підвищеним удобренням – $N_{65}P_{65}K_{65}$, коли показник досягав 176 мг/кг.

Допустима концентрація нітратів у зерні злакових культур складає 300 мг/кг. Таким чином, у обох випадках рівень нітратів у зерні кукурудзи був безпечним і становив 0,6 від ГДК.

Висновки. При вирощуванні кукурудзи із додатковим внесенням мінеральних добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$, було зафіксовано затримки у рості та розвитку. Ці затримки починалися з утворення дев'ятого листка кукурудзи (ВВСН 19), затримуючи розвиток на одну добу, і до моменту повної стиглості (ВВСН R6) рослин вона зростала до трьох діб. На цьому ж варіанті спостерігалося збільшення частки бур'янів на 25–30,8 % порівняно із посівами кукурудзи, де норма добрив була помірна – $N_{45}P_{45}K_{45}$, при цьому спостерігалося зменшення різноманіття бур'янів, які концентрувалися переважно довкола лободи білої і щириці звичайної. Внесення додаткових мінеральних добрив – $N_{65}P_{65}K_{65}$ підвищувало урожайність зерна кукурудзи на 11 %, але водночас зменшувався вміст білка та вологи в зерні на 0,4 %, а концентрація нітратів падала на 6,4 % у порівнянні з вирощуванням з помірним удобренням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дідур І. М., Циганський В. І., Телеватюк Б. І., Бандровський Д. В. Енергетична оцінка вирощування кукурудзи залежно від біологізації системи удобрення в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 3 (38). С. 30–38. DOI: 10.37128/2707-5826-2025-3-3

2. Шкатула Ю. М., Забарна Т. А., Остапчук Р. В. Сучасний стан виробництва кукурудзи в Україні. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. Ч. 2 Вип. 139. С. 182–189. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.2.22

3. Хавхун А. А. Вплив мінерального живлення на ростові процеси рослин кукурудзи в умовах Лісостепу Правобережного. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 7. С. 190–196. DOI https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.21

4. Дідур І. М., Телеватюк Б. І. Вплив норми висіву насіння та оптимізації системи удобрення на формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 2 (25). С. 14–23.

5. Ткачук О. П., Бондаренко М. І. Інтенсивність накопичення важких металів у грунті та зерні залежно від повторності вирощування кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. Вип. 1 (32). С. 173–187.

6. Поліщук М. І., Хавхун А. А. Шляхи підвищення врожайності гібридів кукурудзи в умовах потепління клімату. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. Вип. 2 (39). С. 54–59. DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-2.8

7. Крестьянінов Є. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В. Економічна та енергетична ефективність вирощування кукурудзи залежно від мінеральних добрив та позакореневого підживлення посівів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. № 5 (87).

8. Забарна Т. А., Броннікова Л. Ф., Остапчук Р. В. Вплив рівнів мінерального живлення на індивідуальну продуктивність та урожайність різностиглих гібридів кукурудзи. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. № 142. Ч. 1. С. 49–59. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.8

9. Ткачук О. П., Вергеліс В. І. Вміст білка та нітратів у зерні кукурудзи і насінні соняшнику при їх вирощуванні на схилових землях. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2022. № 1 (36). С. 21–27. DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-13

10. Богомаз С. О. Вміст крохмалю, протеїну та олії у гібридів кукурудзи залежно від удобрення та густоти рослин. *Сільське господарство та лісівництво.* 2025. № 3 (38). С. 227–237. DOI: 10.37128/2707-5826-2025-3-20

11. Ткачук О. П., Бондаренко М. І. Екологічна оцінка повторних посівів кукурудзи в Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 1 (24). С. 182–191. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-1-13

12. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових. Міністерство аграрної політики та продовольства України, Український інститут експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. 2016. 81 с.

Дата першого надходження статті до видання: 15.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 13.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 635.62:631.67:631.15
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.30

THE EFFECT OF IRRIGATION METHOD AND ROW SPACING ON YIELD AND ECONOMIC EFFICIENCY OF MUSCAT PUMPKIN (CUCURBITA MOSCHATA) CULTIVATION IN SOUTHERN UKRAINE

Shepel A. V. *– Candidate of Agricultural Sciences,*
Associate Professor at the Department of Agriculture,
Kherson State Agrarian and Economic University
orcid.org/0000-0002-9955-4569

In recent years, Ukraine has witnessed a steady increase in interest in pumpkin cultivation, which can be explained by its low requirements for agrotechnical conditions, high adaptability to different climatic zones, and significant agroeconomic benefits. The crop fits well into crop rotations, serves as a high-quality preceding crop for winter wheat and other cereal crops, promotes soil structure formation, suppresses weeds, and provides other agronomic advantages. According to the results of a field experiment conducted in 2025, the yield of muscat pumpkin fruits significantly depended on the irrigation method and, to a lesser extent, on row spacing. Under sprinkler irrigation, yield increased with wider row spacing, from 27.6 t/ha at 140 cm to 32.3 t/ha at 210 cm. At the same time, under drip irrigation, the highest yield was obtained at a row spacing of 140 cm (37.9 t/ha), whereas widening the spacing to 210 cm reduced the yield to 34.0 t/ha.

A comparison of average values demonstrates the clear advantage of drip irrigation over sprinkler irrigation: the yield increase amounted to 10.3 t/ha at a row spacing of 140 cm and 1.7 t/ha at 210 cm. The effect of row spacing was less pronounced and manifested mainly through its interaction with the irrigation factor. Correlation analysis revealed a strong positive relationship between irrigation method and yield (r = 0.81), indicating the decisive role of the transition from sprinkler to drip irrigation in shaping crop productivity. The correlation between row spacing and yield was weak (r = 0.05), confirming the auxiliary nature of this factor under conditions of controlled water supply.

It should be noted that the economic efficiency of muscat pumpkin cultivation in 2025 depended significantly on the combination of irrigation method and row spacing. Under sprinkler irrigation, a lower production cost of fruits was observed compared to drip irrigation. At a row spacing of 140 cm, the production cost amounted to 3116 UAH/t, whereas its reduction to 2910 UAH/t at a row spacing of 210 cm was accompanied by an increase in profit from 190.5 to 229.3 thousand UAH/ha and an increase in the profitability level from 220 % to 243 %.

It can be concluded that the highest profitability level was ensured by the sprinkler irrigation variant with a row spacing of 210 cm, while the maximum profit per hectare was obtained under drip irrigation with a row spacing of 140 cm.

Key words: *muscat pumpkin (Cucurbita moschata), row spacing, irrigation method, yield, economic efficiency.*

Шепель А. В. Вплив способу поливу та ширини міжряддя на врожайність і економічну ефективність вирощування гарбуза мускатного (Cucurbita moschata) на півдні України

Останніми роками в Україні спостерігається стале зростання інтересу до вирощування гарбуза, що пояснюється його невибагливістю до агротехнічних умов, високою адаптивністю до різних кліматичних зон та значним агроекономічним ефектом. Культура добре вписується у сівозміну, слугує якісним попередником для озимої пшениці та інших зернових культур, сприяє структуроутворенню ґрунту, пригнічує бур'яни тощо. За результатами проведеного польового досліду у 2025 р. врожайність плодів гарбуза мускатного істотно залежала від способу поливу та в меншій мірі – від ширини міжряддя. За дощування врожайність зростала зі збільшенням міжряддя з 27,6 т/га

© Shepel A. V., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

(140 см) до 32,3 т/га (210 см). Водночас за краплинного зрошення максимальна врожайність була отримана при міжрядді 140 см (37,9 т/га), тоді як розширення міжряддя до 210 см знижувало показник до 34,0 т/га. Порівняння середніх значень показує беззаперечну перевагу краплинного зрошення над дощуванням: приріст урожайності становив 10,3 т/га при міжрядді 140 см і 1,7 т/га при 210 см. Вплив ширини міжряддя був менш вираженим і проявлявся переважно у взаємодії з фактором поливу. Кореляційний аналіз показав тісний позитивний зв'язок між способом поливу та врожайністю (r = 0,81), що свідчить про визначальну роль переходу від дощування до краплинного зрошення у формуванні продуктивності культури. Кореляція між шириною міжряддя та врожайністю була слабкою (r = 0,05), що підтверджує допоміжний характер цього чинника за умов контрольованого водозабезпечення. Треба відмітити, що економічна ефективність вирощування гарбуза мускатного у 2025 р. істотно залежала від поєднання способу поливу та ширини міжряддя. При дощуванні спостерігалася нижча собівартість вирощування плодів порівняно з краплинним зрошенням. При міжрядді 140 см собівартість становила 3116 грн/т, тоді як її зменшення до 2910 грн/т при ширині міжряддя 210 см супроводжувалося зростанням прибутку з 190,5 до 229,3 тис. грн/га та підвищенням рівня рентабельності з 220 до 243 %. Треба зробити висновок, що найвищий рівень рентабельності забезпечував варіант дощування з міжряддям 210 см, тоді як максимальний прибуток з гектара був отриманий за краплинного зрошення при міжрядді 140 см.

Ключові слова: *гарбуз мускатний (Cucurbita moschata), ширина міжряддя, спосіб поливу, врожайність, економічна ефективність.*

Problem statement. As of today, the State Register of Ukraine includes several high-yielding pumpkin varieties that have gained a strong reputation among Ukrainian producers for various agronomic purposes. These include *Ukrainskyi Bahatoplidnyi*, *Lel*, *Narodnyi*, *Valok*, *Hamlet*, and *Svitenь*, which are characterized as commercially significant varieties, especially in the seed production sector, due to their high seed yield and adaptive properties to growing conditions [1].

The Dnipropetrovsk Research Station of the Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine annually submits 2–3 varieties for inclusion in the State Register, which are regularly and successfully registered; thus, continuous renewal and breeding improvement of the varietal assortment are ensured [2]. The director of this research station, V. Zavertaliuk, emphasizes the special importance of the Ukrainian Multifructed (*Ukrainskyi Bahatoplidnyi*) variety, which is characterized by a short vegetation period (95–100 days), high adaptability to different regions of Ukraine, and suitability for small-scale farms, as it does not require complex post-harvest handling and is suitable for cultivation in both the southern and western regions of the country. Similar characteristics are observed in the *Lel* variety, which is distinguished by early maturity; however, to achieve optimal fruit weight, it requires wider row spacing than 70 cm due to its vigorous bush-type growth habit [2].

In particular, among the already recognized and recommended varieties, *Mozoliivskyi 15* should also be highlighted-a mid-season variety characterized by a vegetation period of 118–120 days, high potential yield (60–70 t/ha), and distinctive fruit marking in the form of broad longitudinal broken stripes, which indicates its clear identity and agronomic value [3].

In recent years, Ukraine has experienced a steady increase in interest in pumpkin cultivation, which is explained by the crop's low demands on agrotechnical conditions, high adaptability to various climatic zones, and significant agroeconomic benefits. Pumpkin fits well into crop rotations, serves as a high-quality preceding crop for winter wheat and other cereals, promotes soil structure formation, suppresses weeds, and, according to scientific data, increases the yield of subsequent crops by 0.5–0.6 t/ha compared to sowing after bare fallow. Studies on the effects of fertilizers and growth regulators demonstrate a substantial increase in yield and product quality

through the optimization of agrotechnologies. The use of modern fertilization systems (N60-80P80-100K60) ensures an increase in fruit yield by 30–40 % and an increase in seed output by 40–45 %. At the same time, the profitability of hull-less pumpkin production averages 30–35 %, and when high-yielding Ukrainian varieties are used, it can exceed 100–150 %, which confirms the economic feasibility of this crop.

The prospects for pumpkin cultivation in Ukraine are determined by several key directions. First, there is growing demand for seed processing products (oil, protein powders, dietary fiber), which have high added value and significant export potential. Second, the development of organic production is important, as pumpkin is well adapted to cultivation under environmentally friendly technologies, opening access to niche EU markets. Third, the application of innovative agrotechnologies-such as drip irrigation systems, precision fertilizer application, and biostimulants-will allow not only an increase in productivity but also a reduction in environmental pressure. Considering the high food, feed, and processing value, as well as the crop's ability to generate substantial profitability even under the stressful conditions of the Southern Steppe, pumpkin can be regarded as a strategically important niche crop for Ukraine. Its further expansion can strengthen the competitiveness of the agricultural sector and ensure access to international markets with high-quality products.

Analysis of recent studies and publications. For the food industry (commodity/quality evaluation), muscat-type varieties have demonstrated superior organoleptic and technological properties [4]. Methodological recommendations of the Institute of Vegetable and Melon Growing of the NAAS (2023) indicate that seed kernels contain 50–60 % oil; up to 45 % glycerides of linoleic acid and approximately 25 % of oleic acid; potential seed yield is 1,000–1,200 kg/ha, while the practical yield of pumpkin oil is ≥400 kg/ha with an average oil content of 49–52 % [5]. Research conducted at NUFT (Kyiv) has confirmed the nutritional value of pumpkin seed oil and identified cold pressing as optimal for preserving bioactive compounds, with emphasis on the high content of tocopherols and polyunsaturated fatty acids (PUFAs) (linoleic and linolenic) and the sensitivity of oil quality to storage conditions [6]. Ukrainian studies in food technologies demonstrate the feasibility of using pumpkin as a product fortifier (β-carotene, pectins) and as a raw material for carotenoid concentrates and functional oil blends with a balanced omega-6 and omega-3 profile [4].

In the Southern Steppe zone (dark chestnut soils), the highest and most stable yields of table pumpkin varieties were consistently achieved with a row spacing of 140 cm combined with N60P60 fertilization: for the *Yanina* variety 15.5–25.2 t/ha, for *Dolia* 17.3–26.7 t/ha, and for *Rodzynka* 21.0–30.3 t/ha; increasing the fertilization rate to N90P90 resulted in almost no additional yield increase. The recommendation is to cultivate the *Dolia* and *Rodzynka* varieties at 140 cm row spacing with N60P60 to achieve yields of 25–30 t/ha [7]. A generalization of the same data (based on a different publication sample) is also presented in a conference paper of Kherson State Agrarian and Economic University, which reaches the same conclusion-that the combination of 140 cm row spacing and N60P60 fertilization makes it possible to obtain 25–30 t/ha [8]. In their scientific research, O. V. Averchev and N. O. Avercheva paid attention to the cultivation of muscat pumpkin in farm enterprises as one of the promising directions for increasing the efficiency of land resource use [9].

In the Forest-Steppe zone (NUBiP), the highest total yield and adaptability were demonstrated by the *Dyvo* (37.3 t/ha) and *Dolia* (34.5 t/ha) varieties; in terms of provitamin A (carotene) content, *Dyvo* (10.7 mg/100 g) and *Dolia* (8.3 mg/100 g) were distinguished. Their ecological plasticity and stability were confirmed [10]. At the

Dnipropetrovsk Research Station of the Institute of Vegetable and Melon Growing of the NAAS, among 59 *Cucurbita moschata* accessions, sources of increased carotene content were identified; Ukrainian varieties such as *Arabatskyi*, *Yanina*, *Rodzynka*, *Hileia*, *Balzam*, and others were noted as carotene donors. In addition, the hybrid *Romashka F1* was developed, with an average yield of 29.7 t/ha and increased dry matter content and β-carotene levels [11].

Optimization of the sowing pattern for Ukrainian pumpkin varieties is one of the key factors in forming crop productivity. The spatial arrangement of plants determines the level of supply with moisture, nutrients, and light, which directly affects biometric parameters and yield. For table and seed varieties (in particular, *Ukrainskyi Bahatoplidnyi* and hull-less types), it is advisable to use row spacing of 1.4–2.0 m and in-row plant spacing of 0.7–1.0 m, which provides a feeding area of 1.0–2.0 m^2 per plant.

Large-fruited varieties (for example, *Zorianyi* and the large-fruited group of *Ukrainskyi Bahatoplidnyi*) require wider row spacing-2.0-2.5 m with in-row spacing of 1.0–1.5 m, which corresponds to a feeding area of 2.0–3.5 m^2 per plant. For fodder varieties (*Kormovyi 56*, *Kharkivskyi*), the optimal planting pattern is 2.5–3.0 × 1.5–2.0 m, providing a feeding area of 3.5–6.0 m^2. Sowing is carried out mainly by the hill (nest) method, with 3–4 seeds placed per hole followed by thinning to 1–2 plants. On light soils, the seeding depth is 4–6 cm, while on heavy soils it is 3–4 cm.

Plant stand density varies depending on the intended use of the crop: 8–12 thousand plants/ha for table and seed varieties, 5–7 thousand plants/ha for large-fruited varieties, and 3–5 thousand plants/ha for fodder varieties. Under arid conditions of the Southern Steppe, it is recommended to provide a larger feeding area (up to 3.0 m^2 per plant), which helps reduce competition for moisture, whereas in the Forest-Steppe zone a denser plant arrangement is advisable (1.4–1.6 m row spacing for medium-fruited varieties).

A study by Arzani et al. (2023) conducted in Iran showed that plant density significantly affects the yield of oilseed pumpkin (*Cucurbita pepo* var. *styriaca*). The authors found that at a density of 20 thousand plants/ha, seed and oil yields per hectare were significantly higher compared to lower-density treatments, while the yield per individual plant decreased. This made it possible to recommend a plant density of 20 thousand plants/ha to achieve the maximum gross oil yield [12].

Similar results were confirmed by Shrefler et al. (2023) in the United States, who studied table pumpkin forms. It was demonstrated that increasing plant density (above 10 thousand plants/ha) and reducing row spacing led to higher yield per unit area, but decreased average fruit size, which is important for market quality [13].

In Nigeria, Ojo and Adegbite (2021) studied the effects of organic and mineral fertilizers on the productivity of *Cucurbita moschata*. The use of organic fertilizer (cattle manure) resulted in a higher number of fruits and seeds per plant, whereas mineral fertilizers (NPK 20-10-10) promoted an increase in fruit weight. In the best treatments, productivity exceeded 369 seeds and reached up to 4.3 kg of fruits per plant [14].

An important research direction is the study of the impact of oil extraction technologies on oil quality. Zhang et al. (2020) compared cold pressing, microwave pretreatment prior to pressing, and supercritical CO_2 extraction. The highest oil yield (74.9 %) was achieved with supercritical extraction, whereas the highest antioxidant activity was observed in oil obtained after microwave heating. This indicates the possibility of a targeted choice of technology depending on production goals [15]. Similar results were reported by Hu et al. (2021) for *Cucurbita moschata*: the fatty acid profile was characterized by the dominance of linoleic (38–52 %) and oleic (28–37 %) acids, and

the extraction method affected the ratio of polyunsaturated to monounsaturated fatty acids as well as antioxidant activity [16].

Important results were obtained by Maskan (2001) and Dutta et al. (2006), who demonstrated that during pumpkin drying, temperature significantly affects carotenoid degradation: microwave vacuum drying allows greater retention of β-carotene compared to convective drying [17, 18]. Studies by Lozano-Alejo et al. (2018) confirmed that during storage of pumpkin powders for 180 days, the best preservation of β-carotene (over 80 %) occurred at low temperatures (7 °C) [19]. In addition, Murkovic et al. (2002) found that thermal processing of fruits (boiling, steaming) can increase the bioavailability of β-carotene by disrupting cell walls and reducing moisture content [20].

A clinical study conducted by Gossell-Williams et al. (2019) in Iran showed that pumpkin seed oil (*Cucurbita pepo*) at a dose of 360 mg twice daily for three months reduced the symptoms of benign prostatic hyperplasia and improved patients' quality of life. Although its efficacy was inferior to that of tamsulosin, the treatment did not cause adverse effects, making it a promising phytotherapeutic agent [21].

Foreign studies confirm the high potential of pumpkin as a multifunctional crop. Agrotechnical practices (plant density, fertilization, irrigation) make it possible to significantly regulate yield and product quality. Processing technologies affect the preservation of bioactive compounds, while modern genetic research opens prospects for the development of high-yielding and disease-resistant varieties. Medical studies demonstrate the pharmacological potential of pumpkin seed products, particularly in the treatment of diseases of the urogenital system. Thus, the findings of international authors (Arzani, Shrefler, Ojo, Zhang, Hu, Maskan, Lozano-Alejo, Montero-Pau, Nascimento, Gossell-Williams, and others) provide a scientific basis for the further implementation of innovations in pumpkin cultivation and utilization technologies in global practice.

Research Objective. The aim of our study was to establish and conduct a field experiment in which the productivity of muscat pumpkin was investigated in 2025. The field experiment was arranged according to a two-factor design and included the following treatments: Factor A-row spacing (140 and 210 cm); Factor B-irrigation method (sprinkler irrigation and drip irrigation). The *Dyvo* variety was sown in the experiment; it was developed at the Institute of Southern Vegetable and Melon Growing of the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences (currently the State Enterprise "Research Farm 'Velyki Klyny'" of the Institute of Water Problems and Land Reclamation, Kyiv) and has been included in the State Register of Plant Varieties of Ukraine since 2004.

The variety is zoned for the Forest-Steppe and Steppe regions and is intended for vegetable use. The *Dyvo* variety belongs to the mid-early maturity group. Irrigation was carried out using water from the Inhulets Irrigation System, which is known for its satisfactory irrigation water quality. In 2025, the mineralization of irrigation water during the growing season ranged from 1.5 to 2.0 g/L. In the sprinkler irrigation treatment, watering was performed using a DDA-100 MA sprinkler machine, while drip irrigation was applied using a drip irrigation system composed of components manufactured by various companies.

The aim of our research, commissioned by the private enterprise "Agrofirma Fotiniia" from the Mykolaiv region, was to determine the optimal irrigation method and row spacing for muscat pumpkin cultivation. To achieve this objective, the following tasks were set:

– to assess the effect of the field experiment factors on the productivity of muscat pumpkin fruits of the *Dyvo* variety;

– to analyze the calculated indicators of economic efficiency of crop cultivation in the field experiment;

– to formulate preliminary recommendations for the farm based on one-year experimental data.

Presentation of the main research findings. Despite the high demand for pumpkin products, one of the major challenges for farmers remains access to high-quality seed material. As noted by Makovey Yuliia, producers often face the problem of a "mix" in bags of licensed seed, when instead of uniform seeds they receive admixtures, poorly filled kernels, and seeds of low reproduction classes. Imported hybrids, although more uniform in quality, are too expensive and not always adapted to the climatic conditions of Ukraine, which reduces their effectiveness in practical use [2].

The nutritional value of pumpkin seeds confirms their significant potential in the food and processing industries. The content of the main nutrients in 100 g of the product averages 25–30 g of protein, 46 g of fat, and about 5 g of carbohydrates, providing an energy value of 540–556 kcal. The seeds are characterized by a high concentration of mineral elements: 100 g contains 8.8 mg of iron, 809 mg of potassium, 8 mg of zinc, and 9.5 mg of selenium. The protein complex of the seeds accounts for about 35 % and includes all essential amino acids, ensuring high biological value. The lipid complex is characterized by the presence of essential fatty acids-linoleic, oleic, palmitic, and stearic-as well as Omega-3 and Omega-6 fatty acids, which contribute to the high dietary and preventive value of the seeds.

Products derived from pumpkin seed processing have different nutritional profiles depending on their intended use. Pumpkin seed oil contains up to 99.6 g of fat per 100 g of product, and its energy value reaches 896 kcal, defining it as a concentrated source of plant lipids. Pumpkin seed protein powder is a high-protein product containing 61–63 g of protein with an energy value of 372 kcal, making it promising for use in sports and dietary nutrition. Pumpkin flour is characterized by a content of 39–40 g of protein, 9–10 g of fat, and about 19–21 g of carbohydrates with a caloric value of 334 kcal, which allows it to be considered a functional ingredient in the bakery industry. Pumpkin seed fiber contains 44–46 g of protein, 7–8 g of fat, and 15–16 g of carbohydrates with an energy value of 320 kcal, justifying its use in the production of dietary supplements and health-oriented food products [22].

Thus, the research results confirm the high economic and biochemical efficiency of pumpkin cultivation, as well as the wide possibilities for using its seeds and processed products in both the food and processing industries, which together ensure the crop's competitiveness in domestic and international markets.

The analysis of the data in Table 1 indicates that the yield of muscat pumpkin fruits in 2025 depended significantly on the irrigation method and to a lesser extent on row spacing.

Under sprinkler irrigation, yield increased with wider row spacing, from 27.6 t/ha at 140 cm to 32.3 t/ha at 210 cm, indicating a positive crop response to reduced competition for moisture and nutrients. At the same time, under drip irrigation, the maximum yield was obtained at a row spacing of 140 cm (37.9 t/ha), whereas widening the row spacing to 210 cm reduced yield to 34.0 t/ha, which can be explained by more efficient localized supply of moisture and nutrients to the root zone under denser plant arrangement.

A comparison of the mean values shows a clear advantage of drip irrigation over sprinkler irrigation: the yield increase amounted to 10.3 t/ha at a row spacing of 140 cm and 1.7 t/ha at 210 cm, which exceeds the LSD $_{05}$ value for Factor A (1.62 t/ha) and confirms the statistical significance of the irrigation method effect. The influence of row

Table 1

Yield of muscat pumpkin fruits depending on the irrigation method and row spacing, 2025

Irrigation method – Factor A	Row spacing, cm – Factor B	Fruit yield, t/ha.
Sprinkler irrigation	140	27.6
	210	32.3
Drip irrigation	140	37.9
	210	34.0
LSD_{05}, t/ha	Factor *A* = 1.62	Factor *B* = 1.62

* Compiled by the author

spacing (Factor B) was less pronounced and manifested mainly through its interaction with the irrigation factor; however, the differences between treatments also exceeded the LSD_{05} value (1.62 t/ha) within individual irrigation methods.

Correlation analysis revealed a strong positive relationship between the irrigation method and yield ($r = 0.81$), indicating the decisive role of switching from sprinkler to drip irrigation in the formation of crop productivity. In contrast, the correlation between row spacing and yield was weak ($r = 0.05$), confirming the auxiliary nature of this factor under conditions of controlled water supply. Thus, the main reserve for increasing yield lies in optimizing the water regime, whereas the spatial arrangement of plants should be adjusted with regard to the selected irrigation system. The obtained results make it possible to recommend drip irrigation as a basic component of an intensive technology for muscat pumpkin cultivation under the conditions of the Southern Steppe.

The profitability of pumpkin cultivation under modern agricultural production conditions largely depends on the use of varietal resources and technological approaches. At the same time, the use of modern domestic varieties adapted to the soil and climatic conditions of Ukraine makes it possible to increase this indicator up to 150 %, which makes pumpkin production extremely promising within the vegetable production system.

The analysis of the data in Table 2 indicates that the economic efficiency of muscat pumpkin cultivation in 2025 depended significantly on the combination of the irrigation method and row spacing.

Table 2

Results of calculations of the economic efficiency of muscat pumpkin cultivation depending on the irrigation method and row spacing, 2025

Irrigation method	Row spacing, cm	Cost of fruit production, UAH/t	Profit, thousand UAH/ha	Profitability level, %.
Sprinkler irrigation	140	3116	190,5	220
	210	2910	229,3	243
Drip irrigation	140	3773	236,7	165
	210	3823	210,2	162

* Compiled by the author

Under sprinkler irrigation, lower production costs were observed compared to drip irrigation, which can be explained by lower capital and operating expenditures for irrigation infrastructure. At a row spacing of 140 cm, the cost amounted to 3116 UAH/t, whereas its

reduction to 2910 UAH/t at a row spacing of 210 cm was accompanied by an increase in profit from 190.5 to 229.3 thousand UAH/ha and a rise in profitability from 220 % to 243 %. This indicates that under sprinkler irrigation, wider row spacing contributed not only to higher yields but also to the optimization of costs per unit of output.

Under drip irrigation, in contrast, higher production costs were observed (3773–3823 UAH/t), which is due to expenses for the installation and maintenance of the drip irrigation system. At the same time, this method ensured the highest absolute profit, especially at a row spacing of 140 cm (236.7 thousand UAH/ha), which correlates with the maximum yield obtained in this treatment. The profitability level under drip irrigation was lower (162–165 %) compared to sprinkler irrigation; however, it remained economically attractive and confirmed the feasibility of using intensive technologies when the farm's objective is to maximize gross income rather than merely minimize costs.

In summary, it can be concluded that the highest level of profitability was achieved under sprinkler irrigation with a row spacing of 210 cm, whereas the maximum profit per hectare was obtained under drip irrigation with a row spacing of 140 cm. The obtained results confirm that the economic feasibility of muscat pumpkin cultivation is determined not only by yield level but also by the cost structure, and that the optimal combination of agronomic practices should be formed with regard to the strategic objectives of a particular farm.

Conclusions and prospects. The generalization of one-year research results indicates that pumpkin is a highly productive and economically profitable crop for cultivation under the agroclimatic conditions of Ukraine. Owing to the wide diversity of domestic varieties-table, seed, fodder, and hull-less-production can be oriented toward both the domestic market and export.

REFERENCES:

1. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. URL: https://sops.gov.ua/ua/derzavnij-reestr?utm (дата звернення 08.01.2026).

2. Маковей Ю. Де знайти насіння гарбуза і скільки на ньому заробляють. URL: https://kurkul.com/spetsproekty/1705-de-znayti-nasinnya-garbuza-i-skilki-na-nomu-zaroblyayut?utm (дата звернення 04.01.2026).

3. Гусарова А. Про найбільш поширені сорти гарбузів української селекції розповіли науковці. URL: https://superagronom.com/news/20332-pro-naybilsh-poshireni-sorti-garbuziv-ukrayinskoyi-selektsiyi-rozpovili-naukovtsi?utm (дата звернення 11.01.2026)

4. Дзюндзя О. В., Велнечук О. О. Дослідження різних сортів гарбуза для використання у харчовій промисловості. *Таврійський науковий вісник. Серія Технічні науки*. № 5. 2024. С. 174–180. https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.6.19

5. Сергієнко О. В., Ліннік З. П., Сергієнко М. Б. Солодовник Л. Д., Радченко Л. О., Ільїнова Є. М. Технологія вирощування насіння гарбуза: науково-практичні рекомендації. Селекційне: ІОБ НААН, 2023. 20 с. URL: https://ovoch.com/assets/files/library/methodical/2023/tehnologiya-garbuz.pdf (дата звернення 05.01.2026).

6. Хижняк, О. О., Галицька Л.Ю. Дослідження якісного складу гарбузової олії. *Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості : міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій*, 13–17 жовтня 2014 р. К. : НУХТ, 2014. С. 115–116. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/caf30dbc-0a7b-4d33-abee-e675e338a20f/content (дата звернення 07.01.2026).

7. Ільчук В. Т., Каращук Г. В. Урожайність сортів гарбуза столового залежно від фону живлення та ширини міжрядь в мовах південного Степу України. С. 33–34 URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/15187/1/33-34.pdf (дата звернення 06.01.2026).

8. Каращук Г. В., Ільчук В. Т. Вплив агротехнічних прийомів вирощування на урожайність гарбуза столового в умовах півдня України Матеріали ІІ Міжнародної науково-практичної конференції «*Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку*» присвячена видатним вченим Васильківському С. П. і Молоцькому М. Я. – засновникам наукової школи з селекції та насінництва пшениці і картоплі та 100-річчю з часу заснування Агробіотехнологічного (Агрономічного) факультету 4–5 березня 2021 р. м. Біла Церква 2021. С. 173–174. URL: https://dspace.ksaeu.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/6474/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%89%D1%83%D0%BA%20%D0%86%D0%BB%D1%8C%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf?isAllowed=y&sequence=1 (дата звернення 04.01.2026).

9. Аверчев О. В., Аверчева Н. О. Напрями підвищення ефективності використання земельних ресурсів у фермерських господарствах. *Економіка і держава*. 2020. № 5. С. 15–22. https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.5.15

10. Хареба О. В., Хареба В. В., Кокойко В. В. Екологічна оцінка сортів гарбуза мускатного за основними господарськоцінними показниками в умовах лісостепу України. *Вісник аграрної науки України*. 2020, № 3 (804). С. 77–81. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-11

11. Колесник І. І., Палінчак О. В. Створення ліній і гібридів гарбуза з підвищеним вмістом каротину. *Землеробство і рослинництво*. 2021. Том 69 № 2. С. 58–75. https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(69)-2-4

12. Arzani, A., Ghasemi, H., & Rahmani, F. Effect of plant density on yield and oil productivity of Styrian pumpkin (Cucurbita pepo var. styriaca). *Iranian Journal of Field Crops Research*. 2023. Vol. 21(3). P. 451–462.

13. Shrefler, J., Roberts, B., & Brandenberger, L. Plant density and row spacing effects on pumpkin yield and fruit size. *HortScience*. 2023. Vol. 58(4). P. 389–396.

14. Ojo, J. A., & Adegbite, O. A. Influence of organic and inorganic fertilizers on growth and yield of pumpkin (Cucurbita moschata) in Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*. 2021. Vol. 16(12). P. 1678–1686.

15. Zhang, Z., Wang, L., & Liu, H. Comparison of pumpkin seed oils obtained by cold pressing, microwave pretreatment pressing and supercritical CO_2 extraction. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2020. Vol. 44(7). e14456.

16. Hu, X., Wu, J., & Chen, Y. Physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (Cucurbita moschata) seed oils extracted by aqueous enzymatic and cold pressing methods. *Food Chemistry*. 2021. Vol. 340. 127933.

17. Maskan, M. Kinetics of colour change and β-carotene degradation in pumpkin slices during hot air drying. *Journal of Food Engineering*. 2001. Vol. 48(2). P. 169–175.

18. Dutta, D., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R. Retention of β-carotene in frozen pumpkin (Cucurbita maxima) during storage. *Journal of Food Science and Technology*. 2006. Vol. 43(2). P. 198–200.

19. Lozano-Alejo, N., Hernández, M., & Luna, P. Stability of carotenoids in pumpkin powders stored under different temperatures. *Food Research International*. 2018. Vol. 107. P. 361–369.

20. Murkovic, M., Mülleder, U., & Neunteufl, H. Carotenoid content in different varieties of pumpkin. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2002. Vol. 15(6). P. 633–638.

21. Gossell-Williams, M., Hyde, C., & Hunter, T. Randomized clinical trial of pumpkin seed oil (Cucurbita pepo) versus tamsulosin in men with benign prostatic hyperplasia. *Complementary Therapies in Medicine*. 2019. Vol. 46. P.81–86.

22. Калина В. С., Луценко М. В. Дослідження властивостей продуктів переробки насіння гарбуза. *Science, technologies, innovations*. 2022, № 1. С. 22–28. http://doi.org/10.35668/2520-6524-2022-1-04

Дата першого надходження статті до видання: 12.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 13.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

UDC 633.15:631.527:632.4
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.31

SCREENING OF COMMON MAIZE HYBRIDS FOR RESISTANCE TO MAJOR DISEASES

Shyshkin B. M. *– Graduate student at the B. M. Litvinov Department of Zoology, Entomology, Phytopathology, Integrated protection and Quarantine of Plants, State Biotechnological University*
orcid.org/0009-0002-8239-4244

The article presents a comprehensive analysis of common maize hybrids included in the State Register of Plant Varieties Approved for Dissemination in Ukraine as of 2025. The study focuses on modern domestic and foreign hybrids that constitute the core of the varietal resources of the crop and are widely used in agricultural production. The hybrids were systematized according to their response to major adverse environmental factors, particularly infection with stalk rot, common smut, and helminthosporiosis, as well as according to their potential yield under compliance with recommended maize cultivation technologies.

The results of the comparative analysis indicate that both domestic and foreign hybrids are generally characterized by similar levels of resistance to common smut. The maize varietal resources in Ukraine exhibit an overall increased level of resistance to this pathogen, which significantly reduces the risk of yield losses and contributes to the stability of crop production under diverse soil and climatic conditions. The predominance of hybrids with resistance scores of 7–8 points reflects notable breeding progress aimed at limiting the harmfulness of common smut. The obtained results confirm the expediency of the widespread use of hybrids with increased resistance to this disease as an important component of adaptive and resource-efficient maize cultivation technologies.

The analysis of registration data also showed that the vast majority of hybrids are characterized by medium to increased resistance to stalk rot. This reflects the breeding orientation toward the development of genotypes with strong stalk structure, capable of maintaining physiological activity during the second half of the growing season and reducing the risks of lodging and yield losses.

The examination of data from the State Register of Plant Varieties of Ukraine further indicates a high level of resistance of most hybrids to helminthosporiosis. This trend is the result of targeted breeding efforts aimed at prolonging the functional activity of the leaf apparatus. The most numerous group consists of hybrids with resistance scores of 7–8 points, which form the basis of the modern varietal resources and ensure a relatively stable phytosanitary status of crops under conditions of moderate infection pressure.

Key words: *maize, hybrid, disease, yield, resistance, common smut, stalk rot, helminthosporiosis.*

Шишкін Б. М. Скринінг гібридів кукурудзи звичайної за стійкістю до основних хвороб

У статті здійснено комплексний аналіз гібридів кукурудзи звичайної, включених до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні станом на 2025 рік. Об'єктом дослідження стали сучасні вітчизняні та іноземні гібриди, які становлять основу сортового ресурсу культури та широко використовуються у виробництві. Гібриди систематизовано за їх реакцією на основні негативні чинники навколишнього середовища, зокрема ураження стебловою гниллю, пухирчастою сажкою та гельмінтоспоріозом, а також за рівнем потенційної урожайності за умови дотримання рекомендованих елементів технології вирощування кукурудзи. Результати порівняльного аналізу засвідчили, що як вітчизняні, так і іноземні гібриди загалом характеризуються близьким рівнем стійкості до пухирчастої сажки. Сортовий ресурс кукурудзи в Україні вирізняється підвищеним загальним рівнем резистентності до цього патогена, що істотно знижує ризики

© Shyshkin B. M., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

втрат урожаю та сприяє стабільності виробництва культури в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Переважання гібридів із бальною оцінкою стійкості 7–8 балів свідчить про помітний селекційний прогрес, спрямований на обмеження шкодочинності пухирчастої сажки. Отримані результати підтверджують доцільність широкого використання гібридів із підвищеною стійкістю до цього захворювання як важливого елементу адаптивних і ресурсозберігаючих технологій вирощування кукурудзи. Аналіз реєстраційних даних також показав, що переважна більшість гібридів характеризується середнім і підвищеним рівнем стійкості до стеблової гнилі. Це відображає селекційну орієнтацію на формування генотипів зі стійким стеблостоєм, здатних зберігати фізіологічну активність рослин у другій половині вегетації та забезпечувати зменшення ризиків вилягання і втрат урожаю. Дослідження даних Державного реєстру сортів рослин України свідчить і про високий рівень стійкості більшості гібридів до гельмінтоспоріозу. Така тенденція є результатом цілеспрямованої селекційної роботи, спрямованої на подовження функціональної активності листкового апарату. Найбільш чисельною залишається група гібридів із бальною оцінкою 7–8 балів, яка формує основу сучасного сортового ресурсу та забезпечує відносно стабільний фітосанітарний стан посівів за умов помірного інфекційного навантаження.

Ключові слова: *кукурудза, гібрид, хвороба, урожайність, стійкість, пухирчаста сажка, стеблова гниль, гельмінтоспоріоз.*

Statement of the problem. Under the soil and climatic conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine, the development and introduction of common maize hybrids resistant to major diseases is one of the priority challenges of modern crop production. Sufficient but unstable moisture supply, frequent temperature fluctuations, and prolonged periods of high air humidity during the second half of the growing season contribute to the formation of an increased infection background and intensive development of fungal diseases of maize. This has been repeatedly noted in domestic studies conducted in various soil and climatic zones of Ukraine, particularly in the Forest-Steppe zone [1, p. 95–100; 6, p. 271–278; 9, p. 174–178].

Among the complex of maize diseases, smut diseases occupy an important place, particularly common smut, which under favorable weather conditions can develop on a mass scale and cause significant yield losses. Field studies have shown that infection with common smut may affect a substantial proportion of plants, while the level of harmfulness varies considerably depending on hybrid characteristics, confirming the decisive role of genotype in limiting disease development [11, p. 150–159].

Helminthosporiosis of maize leaves is among the most widespread foliar diseases in the Forest-Steppe zone of Ukraine. Its development is accompanied by premature senescence of the assimilating surface, a reduction in the duration of the grain-filling period, and a decrease in yield. According to domestic research, the intensity of helminthosporiosis development increases significantly under conditions of prolonged leaf wetness and moderate temperatures, which are typical of the Western Forest-Steppe [7, p. 40–51; 8, 92–102; 10, p. 265–268].

Maize stalk rots, predominantly of fusarial etiology, are of a multifactorial nature in the region and are closely associated with abiotic stresses, particularly uneven soil moisture regimes. The development of these diseases leads not only to a reduction in grain weight but also to plant lodging and additional yield losses during harvesting, as confirmed by the results of experimental and production studies conducted under the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine [2, p. 370–374; 4, p. 228–235; 5, p. 71–75].

Thus, under the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine, the problem of insufficient systematized data on the resistance of modern maize hybrids to common smut, helminthosporiosis, and stalk rots, as well as on the relationship between disease severity and plant productivity, remains relevant. This substantiates the need for

comprehensive phytopathological studies aimed at scientifically justifying criteria for the selection of maize hybrids suitable for stable cultivation under the agroecological conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine.

The quantitative nature of maize resistance to helminthosporiosis and stalk rots, as well as the strong dependence of disease expression on environmental conditions and plant genotype, is confirmed by numerous international studies [12, p. 462–469; 13, p. 779–784; 14, p. 463–474; 15, p. 705–713; 16, p. 315–322; 17, p. 459–464]. The authors note that the development of foliar and stalk diseases leads to reduced photosynthetic activity, disruption of assimilate transport, and yield losses, which is consistent with the results of domestic observations conducted in the Forest-Steppe zone of Ukraine.

Materials and research methodology. Materials from our own research, the state register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine for 2025 [3], and the information and reference system "Varieties" analyzed and applied.

Results and discussion. The authors analyzed common maize hybrids included in the State Register of Plant Varieties Approved for Dissemination in Ukraine for 2025. The hybrids were grouped according to their response to adverse environmental factors, in particular common smut, helminthosporiosis, and stalk rot, as well as according to their potential yield under adherence to recommended maize cultivation technologies.

Common smut of maize (*Ustilago maydis* (DC.) Corda) is one of the most widespread and potentially harmful fungal diseases of the crop, affecting all aboveground plant organs, including leaves, stalks, ears, and tassels. Disease development is accompanied by the formation of characteristic gall-like swellings, which lead to yield reduction, deterioration of grain market quality, and complications during mechanical harvesting. Therefore, resistance of maize hybrids to common smut is an important component of their biotic adaptability and yield stability.

The analysis of registration data indicates that the vast majority of maize hybrids are characterized by medium to increased resistance to common smut, reflecting the general breeding trend toward reduced crop susceptibility to this pathogen. The most numerous group consists of hybrids rated at 7–8 points, which form the basis of the modern varietal resources and ensure a satisfactory phytosanitary condition of crops under moderate infection pressure.

Hybrids with high resistance (8–9 points) are represented in the Register in significant numbers. They are characterized by limited gall formation even under weather conditions favorable for pathogen development, which contributes to the preservation of the assimilating surface and reduction of yield losses. Such hybrids are particularly valuable for regions with unstable hydrothermal regimes, where sharp temperature fluctuations and mechanical plant damage increase the risk of infection.

Hybrids with a medium resistance level (6–7 points) are also widely represented. Under favorable growing conditions, they ensure satisfactory productivity; however, under intensive technologies or stress factors (hail, strong winds, pest damage), they may show increased susceptibility to the disease. The effectiveness of their cultivation largely depends on adherence to agronomic practices aimed at reducing infection pressure.

The share of hybrids with low resistance to common smut (≤ 5 points) is insignificant, indicating the gradual elimination of highly susceptible forms from the modern maize assortment. The presence of a limited number of such hybrids is usually due to their breeding value for other economically important traits or their use under specific agroecological conditions.

Comparative analysis shows that both domestic and foreign hybrids generally exhibit similar resistance levels to common smut. At the same time, foreign hybrids are somewhat more frequently represented in the group with maximum resistance scores, which may be related to more intensive use of resistance sources and orientation toward high-input production systems. Ukrainian hybrids, in turn, demonstrate sufficient resistance combined with high adaptability to local growing conditions.

Overall, the maize varietal resources in Ukraine are characterized by an increased level of resistance to common smut, which reduces the risk of significant yield losses and ensures production stability. The predominance of hybrids rated at 7–8 points indicates breeding progress toward enhanced resistance to this pathogen. The obtained results confirm the expediency of using hybrids with increased resistance to common smut as an important component of adaptive and resource-efficient maize cultivation technologies.

Correlation analysis between resistance to common smut and grain yield revealed a weak positive relationship ($r = 0{,}17$; $n = 435$), indicating only a minor linear dependence between the studied traits. This suggests that resistance to common smut is not a determining factor of productivity, and its influence on yield is mainly indirect.

This trait primarily performs a stabilizing and protective function, aimed at reducing yield losses caused by *Ustilago maydis*. Increased resistance limits gall development on vegetative and generative organs, contributes to the preservation of assimilating surface area, and maintains physiological activity of plants, but does not directly determine the realized yield potential.

The scatter plot (Fig. 1) clearly illustrates the absence of a pronounced linear relationship between resistance to common smut and yield. Yield variability is considerable within the same resistance scores, and high yield values are observed both among hybrids rated at 8 points and those with maximum resistance (9 points), confirming the auxiliary role of this trait in yield formation (Table 1).

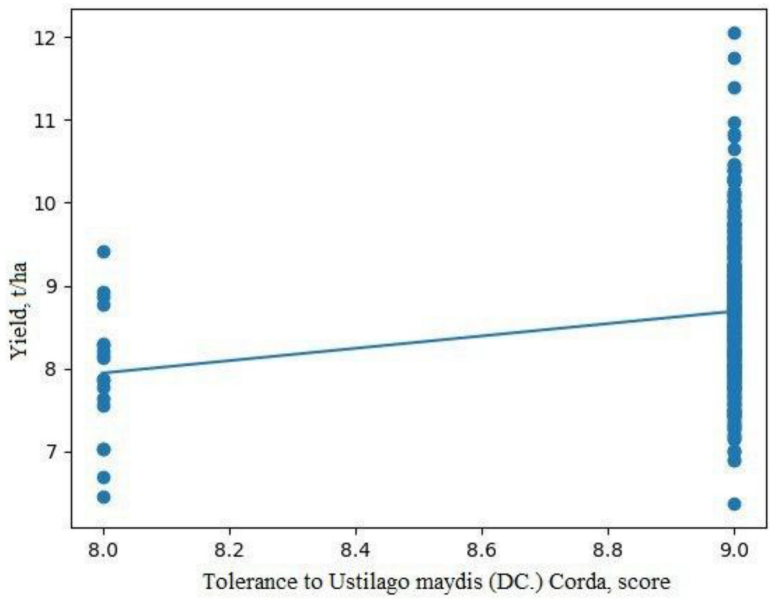


Fig. 1. Relationship between resistance to common smut and grain yield of maize hybrids

Table 1

Main indicators of common maize hybrids

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
1	CS Luxuri	7,96	8	9	9
2	MAGAN	8,75	9	9	9
3	ABADAN	9,20	8	9	9
4	Абріса	9,04	8	9	9
5	AVALON	7,79	9	–	–
6	AGRAM	8,75	8	9	9
7	AGRO SANA	8,09	9	9	9
8	Adevey	8,97	9	–	–
9	АЕГ 270	8,30	8	9	8
10	АЕГ 305	8,87	9	9	9
11	АЕГ 340	7,69	9	9	9
12	AJOWAN	8,27	9	–	–
13	AKANTO	14,00	7	–	9
14	ALANO	8,92	8	9	9
15	ALIBI	9,91	9	9	9
16	Albireo	9,65	9	–	–
17	Alpedro	10,6	8	–	7
18	Альт	8,19	8	9	9
19	AMAROLA	6,89	9	9	9
20	AMAROC	7,73	9	–	–
21	Амеліор	9,61	9	–	–
22	Amello	9,20	8	9	8
23	Андрес	9,25	8	9	9
24	Anovi CS	9,05	9	–	–
25	ANSERA	8,42	8	9	9
26	Apollon	7,95	9	–	–
27	Apriolo	11,20	8	–	7
28	АР 18101 К	7,83	9	9	9
29	АР 18102 К	8,15	9	9	9
30	Arabella	7,18	9	9	9
31	Ardash	8,06	9,3	–	–
32	Arcadio	10,43	8	9	9
33	Arlen	9,31	8	9	9
34	ARMILLA	8,09	8	9	9
35	Artenyo	8,03	9	–	–
36	Arturo	7,29	9	–	–
37	AS 240	8,76	9	9	9

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
38	Askaniia	7,82	9	–	–
39	ASTON	9,90	7	–	7
40	Atlantico	8,41	8	9	9
41	Afina	8,82	9	–	–
42	AFK Hrouz	8,94	9	9	9
43	AFK Fresh	8,74	9	9	9
44	Ajaxx	8,40	9	–	–
45	B2190	8,80	9	9	9
46	B3316C	9,46	9	9	9
47	Bayrossa	7,75	9	9	9
48	BEANIA	7,96	9	–	–
49	BELTRAN	8,75	9	9	8
50	BERCANO	9,23	9	9	9
51	BIGBEAT	8,38	9	9	9
52	Bismark	14,3	7	–	7
53	BJORK	7,10	9	–	–
54	Bleid	8,72	8	9	9
55	BLANDEEN	10,5	8	–	7
56	Bone	7,88	8	9	9
57	BRV1586D	7,30	9	9	9
58	BRV2192A	7,47	8	9	9
59	BRV2230B	7,50	9	9	9
60	BRV2604D	7,61	8	9	9
61	BOURBON	8,18	9	9	9
62	Bts 282	8,99	9	–	–
63	BC323	8,52	9	9	9
64	BC415	12,00	7	–	7
65	Valeta	7,27	9	9	9
66	VASARI	8,55	9	9	9
67	VASILI	7,87	9	–	–
68	Veber	7,48	9	9	9
69	VERDON	9,79	9	–	–
70	Visible	7,44	9	9	9
71	Winxx	9,14	9	–	–
72	Vira	9,35	9	9	9
73	G3615	8,99	9	–	–
74	G4009	10,30	9	–	–

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
75	Heliodor	9,69	9	9	8
76	Gerdine	8,74	9	9	9
77	Hermes	8,05	9	9	9
78	Hileia	9,62	9	–	–
79	GUILLERMO	9,20	8	9	9
80	GK 288	7,69	9	–	–
81	GKT 211	6,82	9	–	–
82	GKT 250	7,27	9	–	–
83	GKT3213	7,44	9	9	9
84	GLORIETT	8,04	9	9	9
85	Glutexo	8,20	8	9	9
86	Hold 320	8,76	9	9	9
87	Holosiivs`kyi 260 SV	9,17	9	–	–
88	Holosiivskyi Novyi	8,85	9	9	9
89	GOCHEE	7,78	8	9	9
90	Grigri CS	10,32	9	9	8
91	GS 210	7,76	9	–	–
92	GS 240	7,58	9	–	–
93	GS 330	8,50	9	–	–
94	GS 370	8,73	9	–	–
95	GW0739	9,52	9	–	8
96	GW1083	12,50	8	–	8
97	GW2042	8,20	8	–	8
98	GW2063	9,10	8	–	9
99	GW2122	7,27	9	–	–
100	GW3378	11,67	9	–	9
101	GW3808	8,26	9	–	–
102	GW8361	9,80	9	–	8
103	GW9003	8,25	9	–	–
104	Damir	7,21	9	9	8
105	DANIIL	8,72	9	–	–
106	Danubio	8,67	9	–	–
107	DB Varta	9,62	9	9	9
108	DB Lada	6,65	9	–	–
109	DB Tyras	7,03	8	8	9
110	DB Khotyn	8,77	9	–	–

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
111	Debiut	8,92	9	9	9
112	Devis	8,00	9	9	9
113	Digital	14,10	8	–	7
114	DKC3400	7,67	8	9	9
115	DKC3402	8,51	8	9	9
116	DKC3595	9,40	9	9	8
117	DKC3609	9,55	9	9	8
118	DKC3710	8,74	8	9	9
119	DKC3730	8,35	9	–	–
120	DKC3787	8,54	9	–	–
121	DKC3788	9,34	9	–	–
122	DKC3796	8,87	9	9	8
123	DKC3805	8,51	8	9	9
124	DKC3888	9,63	9	–	–
125	DKC3939	8,03	9	–	–
126	DKC3969	8,67	9	–	–
127	DKC4014	8,91	9	–	–
128	DKC4098	9,46	9	9	9
129	DKC4109	9,85	8	9	9
130	DKC4178	9,47	9	–	–
131	DKC4351	7,98	9	–	–
132	DKC4391	8,46	9	9	9
133	DKC4541	7,78	9	–	–
134	DKC4598	9,58	9	9	9
135	DKC4709	8,92	8	9	9
136	DKC4726	9,74	8	9	9
137	DKC4897	10,81	9	9	9
138	DKC4908	8,97	8	9	9
139	DKC5075	11,87	9	–	–
140	DKC5092	9,48	9	9	9
141	DKC5182	10,28	9	9	9
142	DKC5206	8,58	8	9	9
143	DM Dominanta	9,00	9	9	9
144	DM Liberti	8,72	9	–	–
145	DMS 2510	8,78	9	–	–
146	DMS 2715	7,70	9	–	–
147	DMS 3015	8,56	9	–	–

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
148	DMS 3111	7,56	9	–	–
149	DMS 3510	9,06	9	–	–
150	DMS Alians	7,14	9	9	9
151	DMS Aliur	7,27	9	9	9
152	DMS Amiho	8,22	8	9	9
153	DMS Bliuz	8,15	9	–	–
154	DMS Bonus	7,84	9	9	8
155	DMS Halant	7,96	9	9	9
156	DMS Hildiia	8,13	8	9	9
157	DMS Honor	8,99	8	9	9
158	DMS Hrono	8,38	9	–	–
159	DMS Domen	7,94	8	9	9
160	DMS Efes	7,95	9	9	9
161	DMS Kairat	7,86	8	9	9
162	DMS Kesh	7,74	8	9	9
163	DMS Koryfei	8,86	9	9	9
164	DMS Kortes	8,16	9	9	9
165	DMS Krok	8,95	9	9	9
166	DMS Kush	7,48	8	9	9
167	DMS Medeu	8,92	9	9	9
168	DMS Orion	8,53	9	–	–
169	DMS Orlan	8,53	8	9	9
170	DMS Orfei	9,96	8	9	9
171	DMS Praim	6,95	9	–	–
172	DMS Sapfir	8,57	8	9	9
173	DMS Sektor	9,01	9	–	–
174	DMS Taller	8,50	8	9	9
175	DMS Tarhet	8,22	8	8	9
176	DMS Tonus	8,43	9	9	
177	DMS Trafik	7,55	9	9	8
178	DMS Traian	8,01	9	9	9
179	DMS Trend	8,21	9	–	–
180	DMS Triod	8,29	8	9	9
181	DMS Tristan	8,3	9	9	9
182	DMS Triumf	7,33	9	9	9
183	DMS Tiudor	8,18	9	9	9
184	DMS Forsazh	8,94	8	9	9

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
185	DMS Khammer	9,50	9	9	8
186	DMS Unity	7,50	8	9	9
187	DN Akym	8,70	9	9	9
188	DN Astra	8,58	9	–	–
189	DN Atlant	7,77	8	9	9
190	DN Bucha	8,66	9	9	9
191	DN Veld	8,05	9	9	9
192	DN Vidrada	8,45	9	–	–
193	DN Halateia	8,52	9	–	–
194	DN Drah	9,43	9	9	8
195	DN Zoriana	7,40	9	–	–
196	DN Kyiakhy	6,45	8	8	9
197	DN Korund	8,14	9	–	–
198	DN Ksena	8,59	7	9	9
199	DN Meotyda	7,90	9	–	–
200	DN Nazar	8,66	9	–	–
201	DN Nur	7,99	9	–	–
202	DN Pyvykha	8,78	9	–	–
203	DN Pulsatsiia	7,46	9	9	9
204	DN Rubin	9,19	9	–	–
205	DN Sarmat	8,44	8	–	–
206	DN Synevyr	7,05	9	–	–
207	DN Slavytsia	7,26	9	–	–
208	DN Straid	9,33	9	9	8
209	DN Fiiesta	7,83	9	–	–
210	DN Khortytsia	7,97	9	–	–
211	Dolia	8,81	9	–	–
212	DONERIXX	9,24	9	9	9
213	Dorlen	8,86	9	9	9
214	Dostatok 300 MV	8,23	9	–	–
215	EXXCLAM	7,80	9	–	–
216	EXXCLUSIV	8,48	9	–	–
217	Eclatant	8,57	9	–	–
218	Elmor	9,05	9	9	9
219	ELDACAR	9,58	9	9	9
220	Elsanto	10,39	8	9	9
221	Emiliia	7,42	9	9	9

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
222	Erekorn	9,46	9	9	9
223	Erest	8,71	9	9	9
224	ES ASTEROID	7,56	9	–	–
225	EC Gisella	13,8	7	–	7
226	ES Ikar	8,34	9	9	9
227	ES Inventive	7,95	9	–	–
228	ES KATAMARAN	8,25	9	9	9
229	ES KATMANDU	9,15	8	9	9
230	ES CONCORD	8,09	9	–	–
231	ES Constellation	8,55	9	–	–
232	ES CREATIVE	8,43	9	–	–
233	ES CROSSMAN	8,07	9	–	–
234	ES METHOD	8,51	9	–	–
235	ES METRONOM	8,35	9	–	–
236	ES MYLADY	9,76	9	9	9
237	EC MOCKITO	8,87	9	–	–
238	ES PERSPECTIVE	8,89	9	9	9
239	ES RUNWAY	8,77	9	9	9
240	ES SUBMARINE	8,65	9	9	9
241	ES TRAVELER	7,94	9	9	9
242	ES Faraday	8,13	9	–	–
243	ES Fieldgold	8,05	9	9	9
244	ES HEMINGWAY	9,94	9	–	–
245	ES HATTRICK	9,05	8	9	8
246	ES HORNET	9,57	9	–	–
247	ES IUnkai	8,23	9	9	9
248	ES YAKARI	8,74	9	9	8
249	ESTETIX	10,29	9	9	8
250	Estilla	9,13	9	9	8
251	ASHLEY	10,43	7	–	7
252	Euroboss	8,02	9	9	9
253	Jakleen	9,52	9	9	8
254	Zdvyzh MV	7,65	9	–	–
255	Zedan 26	7,78	9	9	9
256	Zedan 28	8,61	8	9	9
257	Zedan 32	8,49	8	9	9
258	ZETA 140S	6,73	9	–	–

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
259	Zorianyi	7,37	9	–	–
260	ZP 161	7,77	9	9	9
261	ZP 188	8,69	8	9	9
262	ZP 222	8,33	8	9	9
263	ZP 278	8,75	9	–	–
264	ZP 299	9,67	9	–	–
265	ZP 333	8,25	9	–	–
266	ZP 4123	9,24	9	9	9
267	ZPSC 366	9,76	9	9	8
268	ZPSC 388	10,46	9	9	8
269	Surround	9,16	9	–	–
270	Ivetta	7,29	9	9	9
271	Ihoriv 290 SV	7,81	9	–	–
272	Inhulets	7,98	9	9	9
273	Inhul`s`kyi	7,74	9	–	–
274	INICI	9,86	9	9	8
275	Inclusiv	10,64	9	–	–
276	INTERAKTIS	9,45	8	9	9
277	INTERSTELLAR	9,05	9	9	8
278	Isida	8,29	9	–	–
279	ISH407	8,69	8	9	9
280	Karbon	7,44	8	9	9
281	KARIBIKO	8,03	9	9	9
282	Karifols	2,20	9	–	–
283	KARPATIS	8,23	9	–	–
284	Casandro	9,87	9	–	–
285	Kvoter	7,87	8	9	9
286	KWS 2370	8,59	9	–	–
287	KVS 381	9,08	9	–	–
288	KWS 4484	9,54	9	–	–
289	KWS ADNANO	9,78	9	9	9
290	KWS ACADO	8,67	9	9	9
291	KWS AKUSTIKA	10,03	9	9	8
292	KWS ALLEGRO	8,14	9	9	8
293	KWS AMATRIO	8,91	9	9	9
294	KWS ARTESIO	14,00	9	–	9
295	KWS ARTURELLO	7,98	9	9	9

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
296	KWS BAVARIO	8,16	9	9	9
297	KWS BOLIVIANO	9,17	9	9	9
298	KWS VOLTARIO	8,51	8	9	9
299	KWS GALILEO	9,59	9	9	9
300	KWS HYPOLITO	9,73	8	9	9
301	KWS DENERIO	7,84	9	9	9
302	KWS JAIPUR	8,50	9	9	8
303	KWS DONJUAN	8,77	8	9	9
304	KWS EDITIO	7,55	8	8	9
305	KWS EMPORIO	7,64	9	8	9
306	KWS ERNESTO	8,38	9	9	9
307	KWS ESTRELLO	9,08	9	9	9
308	KWS INTELIGENS	10,38	9	9	9
309	KWS KAVALIER	7,82	9	–	–
310	KWS CANTO	8,44	9	9	9
311	KWS KASHADO	9,47	9	9	9
312	KWS KASHMIR	10,11	9	9	8
313	KWS CORNELIO	8,38	9	9	9
314	KWS KUMPAN	8,77	9	–	–
315	KWS LAURO	8,34	9	9	9
316	KWS LUSITANO	9,09	9	9	9
317	KWS MARCOPOLO	7,00	8	9	9
318	KWS MAURILIO	9,09	9	9	9
319	KWS MILEKANO	7,89	8	9	9
320	KWS MONUMENTO	8,16	9	8	9
321	KWS NEVO	7,00	9	9	9
322	KWS NIRVANO	7,75	9	9	9
323	KWS OLTENIO	9,64	8	9	9
324	KWS RABATO	7,83	9	9	9
325	KWS RICARDO	9,27	9	9	8
326	KWS TASKO	7,66	8	9	9
327	KWS FERNANDO	9,00	9	9	9
328	KWS FORTURIO	10,32	9	9	9
329	KD 39	7,92	8	9	9
330	KD 75	8,34	7	9	9

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
331	KELTIKUS	7,92	9	–	–
332	Kerala	9,11	9	9	9
333	Kerberos	7,88	9	–	–
334	Kyivskyi 197	8,78	9	9	9
335	CODEXA	6,89	9	–	–
336	KOLEKTOR	9,25	9	9	9
337	Contento	8,98	8	9	9
338	Korynt	7,88	9	–	–
339	Korpo	8,88	8	9	9
340	Cosmino	8,46	9	–	–
341	KRAKEN	9,50	7	–	9
342	Kremin` 200 SV	7,80	8	–	–
343	Krios	8,14	9	–	–
344	Krosbi	7,45	9	9	9
345	KS85XP	7,46	9	9	9
346	KS89KhR	9,36	9	9	9
347	KS94XP	8,83	9	9	9
348	KS95XP	9,23	8	9	8
349	KS99XP	7,76	9	9	9
350	LAZULIA	7,45	9	–	–
351	Lamasan	8,93	8	9	8
352	LG30002	8,00	9	9	9
353	LG30179	7,94	9	–	–
354	LG30189	7,80	9	–	–
355	LG30215	7,90	9	–	–
356	LG30254	7,99	9	–	–
357	LG30258	10,33	7	–	7
358	LG30267	9,00	9	–	–
359	LG30273	8,10	9	–	–
360	LG30308	8,80	9	–	–
361	LG30315	8,31	9	–	–
362	LG30352	8,24	9	–	–
363	LG31217	10,31	7	–	7
364	LG31233	8,21	9	–	–
365	LG31238	10,47	8	–	7
366	LG31240	7,03	8	8	9
367	LG31245	10,70	8	–	7

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
368	LG31256	9,32	9	–	–
369	LG31261	8,75	8	9	9
370	LG31272	10,28	8	9	8
371	LG31276	10,24	7	–	8
372	LG31284	9,04	9	9	9
373	LG31305	8,80	9	9	9
374	LG31331	10,50	7	–	7
375	LG31332	7,59	8	9	9
376	LG31350	7,69	9	9	9
377	LG31365	8,96	9	9	8
378	LG31377	9,57	9	–	–
379	LG31380	8,92	8	9	9
380	LG31383	8,64	8	9	9
381	LG31388	9,11	9	9	8
382	LG31390	8,20	9	9	9
383	LG31459	8,94	7	9	9
384	LG31479	9,02	9	9	9
385	LG32257	7,36	9	9	9
386	Lebron	7,81	7	9	9
387	Leonido	8,92	9	9	9
388	LESNO	8,67	9	9	9
389	LZM272/10	8,69	9	9	9
390	LIAMO	8,01	9	9	8
391	Ligato	10,8	8	–	8
392	LID3130C	10,25	8	9	9
393	LID3306C	9,12	8	9	9
394	Lisaveta	7,01	9	9	9
395	Lokus	7,78	8	9	9
396	Lorens	8,44	9	9	9
397	LUXIMO	8,73	9	9	9
398	Magnato	11,5	8	–	8
399	MAJARE	8,88	9	–	–
400	MAJONG	7,63	9	–	–
401	MADIVO	7,79	9	–	–
402	MADLEN	7,15	9	–	–
403	Mazhor	8,40	9	9	9
404	MYWAY	8,69	9	9	9

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
405	MAKEDO	8,00	9	–	–
406	MANIFIK	8,07	9	–	–
407	Marsel`	7,87	9	–	–
408	MAS 10A	7,51	9	–	–
409	MAS 14G	7,31	9	–	–
410	MAS 15T	8,37	9	–	–
411	MAS 16B	8,48	9	9	9
412	MAS 20A	8,12	9	–	–
413	MAS 24C	8,00	9	–	–
414	MAS 250F	8,19	8	9	9
415	MAS 25F	9,09	9	–	–
416	MAS 26K	8,66	9	–	–
417	MAS 282K	8,97	9	9	9
418	MAS 28A	7,69	9	–	–
419	MAS 300B	9,15	8	9	9
420	MAS 333T	8,56	9	9	9
421	MAS 34B	9,43	8	9	8
422	MAS 357M	8,29	8	8	9
423	MAS 35K	8,25	9	–	–
424	MAS 36A	8,30	9	–	–
425	MAS 371D	8,04	9	9	9
426	MAS 37C	8,06	9	–	–
427	MAS 387L	9,50	8	–	7
428	MAS 39WX	7,87	9	–	–
429	MAS 400D	9,40	8	–	9
430	MAS 431B	8,24	8	9	9
431	MAS 440D	8,46	8	9	9
432	MAS 47P	8,07	9	–	–
433	MAS 48L	11,4	8	9	8
434	MAS220V	9,90	9	9	8
435	Matteo	7,81	9	–	–
436	MAFATE	9,88	9	–	–
437	MEGHAN	7,92	9	–	–
438	Mayflower	10,46	9	9	8
439	Melodiia	7,57	9	9	9
440	Matthew	9,51	8	9	8
441	Mirissa	7,99	9	9	9

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
442	MITODOS	8,85	9	9	9
443	Monblan	9,57	9	–	–
444	MONSENOR	9,58	9	–	–
445	MONSERA	9,40	9	9	9
446	MONSTER	10,15	9	9	9
447	MOJITO	8,14	9	9	8
448	MUASON	7,04	9	–	–
449	Naomi CS	9,23	9	9	8
450	NARGILO	7,50	8	9	9
451	NATAELO	8,17	9	9	9
452	Nertus 183 SV	8,43	9	–	–
453	Nertus 271 MV	8,85	9	–	–
454	Nikita	9,09	9	–	–
455	NIKOLLAGE	9,20	8	9	9
456	Noks	7,88	9	9	9
457	Norico	7,95	9	–	–
458	NR 250 MV	9,20	8	9	9
459	NR 350 MV	8,63	8	9	9
460	Oleshkivs`kyi	8,43	9	9	9
461	Onio	8,13	7	8	9
462	Orzhytsia 237 MV	8,78	9	–	–
463	P0200	9,73	9	9	9
464	P0217	8,99	9	9	9
465	P0268	12,06	9	9	9
466	P0312	9,59	9	9	9
467	P0349	11,76	9	9	9
468	P0362	10,40	9	9	8
469	P0710	9,65	8	9	9
470	P0900	9,10	8	9	9
471	P0937	8,98	9	9	9
472	P7034	12,00	7	–	9
473	P7043	7,59	9	–	–
474	P7404	7,15	9	9	9
475	P7515	8,02	8	9	9
476	P7818	14,00	7	–	9
477	P7948	7,63	9	9	9
478	P8222	7,49	9	9	9

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
479	P8240	8,83	8	9	9
480	P8255	8,92	9	8	9
481	P8271	7,64	9	9	9
482	P8307	7,57	9	–	–
483	P8358	9,55	9	9	9
484	P8409	8,77	9	–	–
485	P8521	7,30	9	–	–
486	P8532	7,85	8	8	9
487	P8556	9,27	8	9	9
488	P8567	7,72	9	–	–
489	P8604	8,27	8	9	9
490	P8666	8,22	8	9	9
491	P8683	8,24	9	9	9
492	P8723	8,85	9	–	–
493	P8752	7,93	9	9	9
494	P8754	8,43	9	9	9
495	P8782	8,32	9	9	9
496	P8812	9,48	9	–	–
497	P8816	7,93	9	–	–
498	P8834	9,74	8	9	8
499	P88844	8,23	9	9	9
500	P8904	8,54	8	9	9
501	P9042	8,37	9	9	9
502	P9071	9,35	8	9	8
503	P9074	8,93	9	–	–
504	P9127	8,67	9	–	–
505	P9170	9,03	8	9	8
506	P9234	9,83	9	–	–
507	P9241	7,88	9	–	–
508	P9255	14,00	7	–	9
509	P9300	8,01	8	9	9
510	P9361	9,66	8	9	8
511	P9415	9,15	9	–	–
512	P9486	9,01	9	–	–
513	P9537	10,27	9	9	8
514	P9590	7,66	8	9	9
515	P9610	8,70	8	9	9

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
516	P9757	7,56	9	9	9
517	P9874	9,56	9	9	9
518	P9889	8,43	9	9	9
519	P9960	8,19	8	9	9
520	P9978	10,07	9	9	9
521	P9985	7,70	8	9	9
522	Powerpack	8,54	9	–	–
523	PAKITO	10,50	7	–	8
524	PANON	8,83	8	9	9
525	PESANTO	7,42	9	9	9
526	Piaff	9,83	9	9	9
527	PL 472	8,04	9	9	9
528	Pleven	8,04	9	–	–
529	POESI CS	9,02	8	9	8
530	PR37N01	8,69	9	–	–
531	Privat	13,6	7	–	8
532	PROPULSE	8,99	8	9	8
533	Pumori	8,69	9	9	9
534	Pustovarivs`kyi 280 SV	8,87	9	–	–
535	PIATOV	9,23	9	–	–
536	RAM 0133	7,91	9	9	8
537	RAM 1023	7,79	9	–	–
538	RAM 1033	6,66	9	–	–
539	RAM 10334	8,04	8	9	9
540	RAM 1333	7,29	9	–	–
541	RAM 2614	7,18	9	–	–
542	RAM 6475	7,59	9	–	–
543	RAM 8143	7,88	9	–	–
544	RAM 8149	7,68	9	–	–
545	RAM 8153	8,11	9	–	–
546	RAM 8663	7,76	9	–	–
547	Rassel	8,12	8	9	9
548	Replik	9,53	9	–	–
549	Reia	10,42	9	–	–
550	RGT AXXTRIDE	8,10	9	9	9
551	RGT ALYXX	8,20	9	9	9
552	RGT ALYXX DUO	12,60	8	–	7

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
553	RGT ALOEXX	9,12	8	9	9
554	RGT ATTRAXXION	10,13	9	9	8
555	RGT BOXXER	7,18	8	9	9
556	RGT VOLGANIXX	7,50	8	9	9
557	RGT VOLXX	7,79	7	9	9
558	RGT HEXXAGONE	10,64	9	–	–
559	RGT HIMALAYAXX	9,91	9	–	–
560	RGT DUBLIXX	8,21	9	–	–
561	RGT EXXACT	9,02	9	9	9
562	RGT EXXEMPLAIR	10,40	9	9	8
563	RGT EXXALTAN	7,83	9	–	–
564	RGT EXXKI DUO	10,10	9	9	8
565	RGT ZANETIXX	9,90	9	9	9
566	RGT INEDIXX	10,29	9	9	8
567	RGT LEXXYPOL	8,36	8	9	9
568	RGT LIPEXX	7,91	9	–	–
569	RGT MAXXATAC	9,35	8	9	9
570	RGT MOTORIXX	9,22	8	9	9
571	RGT NOEMIXX	10,98	9	9	8
572	RGT OXXYMEL	8,60	9	9	9
573	RGT OXXYTOP	10,00	8	9	9
574	RGT PRETEXXTE	8,34	9	9	9
575	RGT PROVEXX	8,58	9	–	–
576	RGT REAXXION	10,05	9	9	9
577	RGT RIPLEXX	8,97	8	9	9
578	RGT SYNFONIXX	9,31	9	9	9
579	RGT SUFFIXXE	8,71	8	9	9
580	RGT TEXXIA	10,65	8	9	9
581	RGT FERARIXX WAXY	8,20	9	9	9
582	RGT FEROXXY	9,31	9	–	–
583	RGT CHROMIXX	9,15	9	–	–
584	Ribello	8,34	9	9	9
585	Robson	8,25	8	9	9

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
586	RODONIA	6,94	9	–	–
587	ROSALEEN	11,20	8	–	7
588	Roksi	8,88	8	9	9
589	Rolanda	8,51	9	9	9
590	ROMANCE	8,05	9	9	9
591	Ronaldinio	8,98	9	–	–
592	Rostavytsia	7,91	8	9	9
593	Rubikon	7,89	9	9	9
594	Rudesta	8,34	9	9	9
595	RUDILIA	7,55	–	–	–
596	Ruca	7,87	7	8	9
597	Rushnyk SV	8,14	9	–	–
598	S2610	7,36	9	9	9
599	S3477	7,60	8	9	9
600	S3825	9,64	9	–	–
601	S3909	8,91	9	–	–
602	S4210	9,88	9	–	–
603	S4211	7,32	8	9	9
604	Sabin	8,13	8	9	9
605	SALASI	9,11	9	9	9
606	SAN ALEXI RH	8,23	8	9	9
607	SAN LEO RH	7,96	9	9	9
608	SVETLANA	8,59	9	–	–
609	SEBASTEN	8,08	9	–	–
610	SEKENCE	8,97	9	9	8
611	SY AMBADOR	7,32	8	9	9
612	SY AMFORA	8,77	8	8	9
613	SY ARTOS	9,75	9	9	9
614	SY Batanga	8,39	9	–	–
615	SY GRANARIS	8,61	8	9	9
616	SY DIPLOMAT	8,88	8	8	9
617	SY HELENOR	8,28	9	8	9
618	SY ENERMAX	8,35	9	–	–
619	SY IMPULSE	9,33	9	–	–
620	SY INVICTUS	8,18	9	9	9
621	SY CARIOCA	9,42	9	9	9
622	SY COSMOS	7,80	9	9	9
623	SY MARIMBA	9,74	9	9	8

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
624	SY MINERVA	10,02	9	9	9
625	SY OZONE	8,74	9	9	9
626	SY OCTEON	10,27	9	9	8
627	SY OLIVIA	8,85	9	9	9
628	SY ORPHEUS	9,80	9	–	–
629	SY PAMPLONA	8,56	8	9	9
630	SY PANDORAS	9,27	9	–	–
631	SY PREMEO	9,67	9	9	9
632	SY Rotango	7,84	9	–	–
633	SY SCORPIUS	9,11	9	–	–
634	SY SOLANDRI	9,38	8	9	9
635	SY TALISMAN	7,21	9	–	–
636	SY TELIAS	7,37	9	–	–
637	SY TOPAZE	9,84	9	9	9
638	SY TORINO	9,65	9	9	9
639	SY FABIO	9,88	9	9	9
640	SY FANTASIA	7,75	9	9	9
641	SY Fenomen	8,16	9	–	–
642	SY FORTAGO	8,12	9	–	–
643	SY PHOTON	6,98	9	–	–
644	SY FREGAT	9,05	9	9	9
645	SY CHORINTOS	8,68	9	–	–
646	SY HIKARI	7,83	9	9	9
647	SILVANER	9,18	9	–	–
648	SILVERCLOUD	8,63	9	9	8
649	Skadovs`kyi	7,29	9	–	–
650	SCANDINAV	6,37	8	9	9
651	Solitaro	7,43	8	9	9
652	SPECTRAL	9,42	9	8	9
653	ST Luka	8,75	9	9	9
654	ST Khaim	7,82	9	–	–
655	STINE 9401	8,29	8	9	9
656	STINE 9714	8,84	9	9	9
657	STINE 9808HP	9,76	9	9	9
658	STARMAS	9,10	8	–	8
659	STANLEY	8,20	8	–	8
660	Stepovyi	9,30	9	–	–

Continue of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
661	Suringo	10,50	8	–	7
662	Tavrychanka	8,22	9	9	8
663	Takt	7,73	9	9	9
664	Talentro	8,47	9	–	–
665	Tarraco	11,20	8	–	7
666	TIADOR	10,20	9	–	–
667	Tiberius	8,37	9	9	9
668	Tirnavia	7,54	9	–	–
669	Tonifi CS	8,57	9	–	–
670	Toutati	8,04	9	–	–
671	Tronka	8,55	9	–	–
672	Turan	9,09	8	9	9
673	TURBOJET	10,50	7	–	7
674	WESLEY	8,04	8	9	9
675	Fabris	8,07	8	9	9
676	Faiett	8,79	9	9	9
677	Fight	15,70	7	–	6
678	Farmaxus	7,78	8	8	9
679	Farmactos	14,60	7	–	7
680	Farmurphy	14,60	8	–	6
681	Farmodena	13,80	7	–	8
682	Farmoritz	14,20	7	–	7
683	Farmpax	16,80	7	–	7
684	Farmueller	8,85	9	9	9
685	Pharrell	8,96	9	–	–
686	FERARIXX	8,21	9	–	–
687	FASHION	7,26	9	–	–
688	Fisixx	8,14	9	–	–
689	Filmeno	10,10	9	9	9
690	FRIZZBEE	7,69	9	–	–
691	FREEMAN	9,15	8	9	9
692	FUTURIXX	8,63	9	–	–
693	KhA Kvinta	6,69	9	8	8
694	HULK	8,50	8	–	8
695	Khunta	9,05	9	9	9
696	Zirkon	9,46	8	9	9
697	Zirkonia	6,91	9	–	–

End of Table 1

№	Hybrid	Yield, t/ha	Ustilago maydis (DC.) Corda, score	Maize stalk rot, score	Helminthosporiosis (leaf blight) of maize, score
698	CITADEL	9,09	9	9	9
699	Citrinia	7,33	9	–	–
700	Cherkaskyi 227 MV	9,68	9	9	8
701	Cherkaskyi 287 MV	8,94	9	–	–
702	Chornomor	8,09	9	9	9
703	Chamberi CS	9,16	9	–	–
704	Shkval	8,99	9	9	9
705	UNI 4302	8,94	9	9	9
706	UNI2511	6,89	9	9	9
707	UNI2910	9,23	8	9	9
708	UNI3010	8,39	9	9	9
709	UNI3210	9,70	9	9	8
710	UNI3312	9,27	9	9	8
711	UNI3313	9,41	9	9	8
712	UNI3410	8,15	8	9	9
713	UNI3414	7,92	8	9	9
714	UNI3510	8,02	9	9	9
715	UNI3511	9,15	9	9	8
716	UNI3515	10,83	9	9	8
717	UNI3616	8,74	8	9	9
718	UNI3717	8,46	8	9	9
719	UNI4000	9,18	9	9	9
720	UNI4210	7,78	8	9	9
721	UNI4211	7,57	8	9	9
722	UNI4410	7,42	8	9	9
723	UNI4417	8,64	8	9	9
724	YAMAS	9,82	7	9	9
725	UNI3515	9,68	8	9	9
726	MAC 20F	8,88	9	–	–

Stalk rot of maize, caused by a complex of pathogens, primarily *Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina*, and *Diplodia* spp., is among the most damaging diseases, as it leads to the destruction of vascular tissues, disruption of assimilate transport, premature plant senescence, and increased lodging risk. Stalk rot is particularly dangerous under drought, high temperatures, and mineral nutrition imbalance; therefore, resistance to this disease is a key indicator of complex hybrid adaptability.

Registration data analysis shows that most maize hybrids exhibit medium to increased resistance to stalk rot. The predominant group (7–8 points) forms the core of modern varietal resources and ensures relative crop stability under moderate disease development.

Hybrids with high resistance (8–9 points) show limited damage to stalk tissues even under unfavorable hydrothermal conditions, reducing lodging and improving yield preservation until harvest. These hybrids are especially valuable in drought-prone regions and under intensive cultivation technologies.

Hybrids with medium resistance (6–7 points) generally maintain a satisfactory phytosanitary status under favorable conditions but may show increased susceptibility when stress factors combine. Their effective use strongly depends on optimized agronomic practices.

The proportion of hybrids with low resistance (≤ 5 points) is small, indicating their gradual exclusion from modern maize assortments (Table 1). The presence of such hybrids is usually associated with breeding value for other traits or adaptation to regions with lower infection pressure.

Correlation analysis revealed a weak positive relationship between stalk rot resistance and yield (r = 0,17; n = 435), indicating an indirect effect of this trait on productivity. Resistance primarily performs a stabilizing role by reducing lodging and premature plant death, especially during grain filling.

At the same time, this trait performs an important stabilizing function aimed at reducing the risk of yield losses associated with premature plant senescence, disruption of the vascular system of the stalk, and increased susceptibility of crops to lodging during the second half of the growing season. Increased resistance to stalk rot contributes to the maintenance of physiological activity of plants during the grain-filling period and ensures a more uniform realization of yield potential under unfavorable hydrothermal conditions.

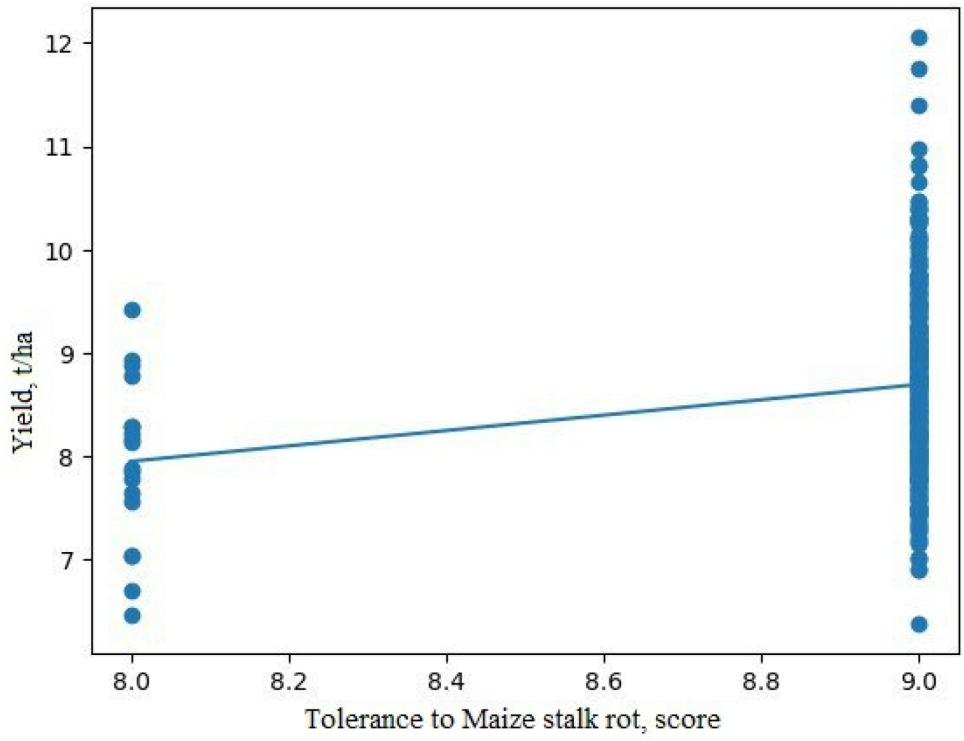


Fig. 2. Relationship between resistance to stalk rot and grain yield of maize hybrids

The scatter plot (Fig. 2) clearly illustrates the absence of a pronounced linear relationship between the studied parameters, confirming the multifactorial nature of maize yield formation. The distribution of experimental points indicates considerable yield variability within the same levels of resistance to stalk rot. Higher yield values are observed both among hybrids with a resistance score of 8 points and among those with the maximum score of 9 points, further emphasizing the auxiliary role of this trait in determining final productivity.

Helminthosporiosis of maize, caused by fungi of the genera *Exserohilum* and *Bipolaris* (notably *Exserohilum turcicum* and *Bipolaris maydis*), is one of the most widespread leaf diseases, leading to premature leaf senescence, reduction of assimilating surface, and decreased photosynthetic intensity. Resistance to this disease is a crucial component of biotic adaptability, especially under humid conditions and dense plant stands.

Most registered maize hybrids exhibit medium to increased resistance to helminthosporiosis, with hybrids rated at 7–8 points forming the basis of the modern varietal structure. Highly resistant hybrids (8–9 points) maintain active photosynthetic surface during critical yield formation stages and contribute to yield stabilization and reduced fungicide use.

Correlation analysis between resistance to helminthosporiosis and yield revealed a weak positive relationship ($r = 0{,}20$; $n = 724$), indicating that resistance is not a direct determinant of productivity. However, it plays a significant stabilizing role by preserving leaf function during grain filling, especially under favorable conditions for pathogen development.

Resistance to helminthosporiosis plays an important stabilizing role, as it contributes to the preservation of the functional activity of the leaf apparatus during critical stages of organogenesis and grain filling. Limiting the development of necrotic leaf lesions ensures a longer maintenance of the photosynthetically active surface, creating prerequisites for a more stable realization of the yield potential of hybrids, especially in years with increased humidity and conditions favorable for pathogen development.

The scatter plot (Fig. 3) clearly illustrates the absence of a pronounced linear relationship between the studied parameters, confirming the multifactorial nature of maize yield formation. The distribution of experimental points is rather scattered, and considerable yield variability is observed within the same levels of resistance to helminthosporiosis. Higher yield values are recorded both among hybrids with medium and high levels of resistance, indicating the significant role of other factors, including agronomic practices, weather conditions, and genetically determined productive potential.

The results of the correlation analysis confirm that resistance to helminthosporiosis is an auxiliary component of maize hybrid adaptability, ensuring phytosanitary stability of crops and reducing the risk of yield decline under unfavorable conditions, but not directly determining the level of productivity. This substantiates the expediency of a comprehensive approach to hybrid evaluation, in which resistance to helminthosporiosis is considered in combination with other biotic and abiotic traits when formulating recommendations for their use under specific agroecological conditions.

Conclusions. Common smut, stalk rot, and helminthosporiosis are among the most harmful maize diseases, significantly affecting crop phytosanitary status and yield stability, particularly under stress conditions.

Modern maize varietal resources in Ukraine are dominated by hybrids with medium to increased resistance (7–8 points) to major diseases, reflecting substantial breeding progress toward enhanced biotic adaptability.

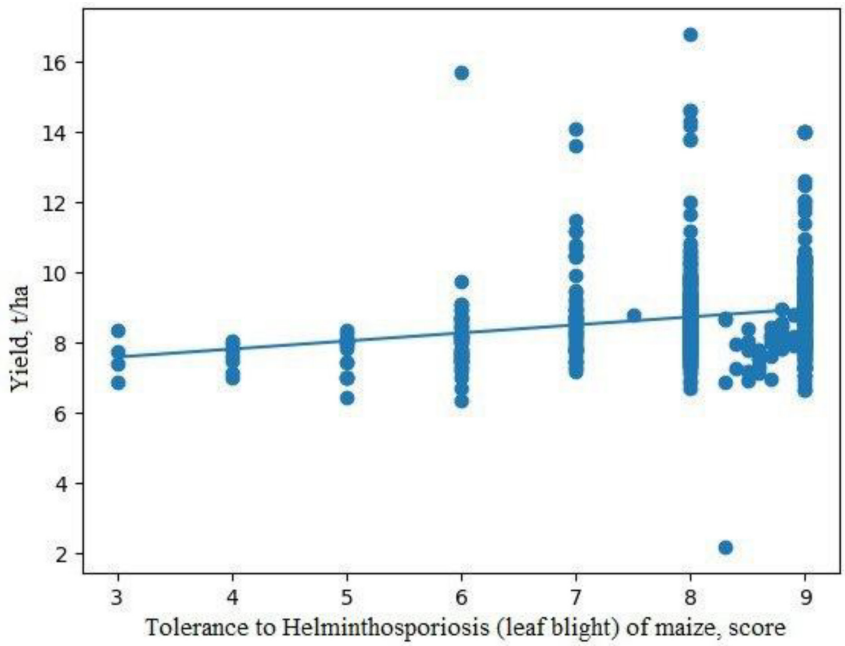


Fig. 3. Relationship between resistance to helminthosporiosis and grain yield of maize hybrids

A considerable proportion of highly resistant hybrids (8–9 points) creates prerequisites for reducing phytosanitary risks, yield losses, and dependence on chemical plant protection measures.

Domestic and foreign hybrids generally exhibit similar resistance levels, while Ukrainian hybrids are distinguished by better adaptation to local soil and climatic conditions.

Correlation analysis revealed weak positive relationships between disease resistance and yield (r = 0,17–0,20), indicating that resistance plays an auxiliary rather than a determining role in productivity formation.

Resistance to major diseases primarily performs a stabilizing and protective function; therefore, hybrid selection should be based on a comprehensive assessment combining resistance with other adaptive and productive traits.

REFERENCES:

1. Баранова В. В., Петренкова В. П., Чернобай Л. М. Характер успадкування ознаки стійкості кукурудзи до фузаріозної стеблової гнилі. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 95–100.

2. Бутенко А. О., Кривошей Д. В., Міщенко К. О., Кравець В. В. Селекційна оцінка стійкості ліній і гібридів кукурудзи до хвороб. *Agrotechnologies and agricultural industry*. 2023. № 181. С. 370–374.

3. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2025 рік. Електронний ресурс. Режим доступу: https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin

4. Козубенко Л. В., Чупіков М. М., Камишан Т. П., Барсуков І. П., Овсяннікова Н. С., Івлева Т. В., Сікалова О. В. Нові гібриди кукурудзи харківської селекції. *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 228–235.

5. Колісник О. М. Створення простих гібридів кукурудзи з різною стійкістю до хвороб і шкідників. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2019. Вип. 71. С. 71–75.

6. Чернобай Л. М., Петренкова В. П., Боровська І. Ю., Баранова В. В., Кузьмишина Н. В. Генетичний контроль ознаки стійкості у кукурудзи до збудника пухирчастої сажки. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 100. С. 271–278.

7. Чернобай Л. М., Петренкова В. П., Боровська І. Ю., Фаррахова М. О. Закономірності успадкування стійкості кукурудзи до фузаріозної стеблової гнилі в залежності від анатомо-морфологічних особливостей стебла. *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 40–51.

8. Чернобай Л. М., Петренкова В. П., Фаррахова М. О. Особливості успадкування стійкості до фузаріозної гнилі стебла кукурудзи. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 95. С. 92–102.

9. Шишкін Б. М., Жукова Л. В. Основні хвороби кукурудзи. Особливості фунгіцидного захисту. *Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи. Матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-ентомологів докторів біологічних наук, професорів О. О. Мігуліна та О. В. Захаренка* (м. Харків, ДБТУ, 19−20 жовтня 2023 р.). Житомир: Видавництво «Рута». С. 174–178.

10. Шишкін Б., Жукова Л. Проблеми ефективного захисту кукурудзи від хвороб. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції* (Біла Церква, 27 березня 2025 р.). Біла Церква : БНАУ, 2025. С. 265–268.

11. Шишкін Б. М., Жукова Л. В., Станкевич С. В. Хвороби качанів кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 141. Том 2. С. 150–159. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.21

12. Balint-Kurti P. J., Johal G. S. Maize disease resistance. *Trends in Genetics*. 2009. Vol. 25(9). P. 462–469. DOI: 10.1016/j.tig.2009.07.003

13. Balardin R. S., Kelly J. D. Interaction between Bipolaris maydis race O and maize genotypes. *Plant Disease*. 1998. Vol. 82(7). P. 779–784. DOI: 10.1094/PDIS.1998.82.7.779

14. Coêlho R. M. S. et al. Quantitative resistance to southern leaf blight in maize. *Euphytica*. 2016. Vol. 209. P. 463–474. DOI: 10.1007/s10681-016-1674-2

15. Munkvold G. P. Epidemiology of Fusarium diseases and their mycotoxins in maize ears. *European Journal of Plant Pathology*. 2003. Vol. 109. P. 705–713. DOI: 10.1023/A:1026078324268

16. Shin J. H. et al. Characterization of maize stalk rot pathogens associated with Fusarium spp. *Plant Disease*. 2014. Vol. 98(3). P. 315–322. DOI: 10.1094/PDIS-04-13-0407-RE

17. Robertson A. E., Munkvold G. P. Crop rotation effects on maize stalk rot and yield. *Plant Disease*. 2017. Vol. 101(3). P. 459–464. DOI: 10.1094/PDIS-07-16-0997-RE

Дата першого надходження статті до видання: 26.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 631.8 [631.1:633.1]
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.32

ВПЛИВ БІОСТИМУЛЯТОРІВ ГРУПИ «ZINOVII» НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Щербаков О. Ю. *– аспірант кафедри ґрунтознавства,*
Державний біотехнологічний університет
orcid.org/0009-0006-6041-1081

У статті розглянуто перспективність застосування в умовах Північно-східної частини лівобережжя Лісостепу України нових на ринку України біостимуляторів росту рослин групи «Zinovii» виробництва фірми Пестицид ЕООД (Болгарія) у зв'язку зі зростаючим впливом кліматичних змін на агровиробництво. У сучасних умовах ведення сільськогосподарського виробництва системи землеробства стають нестабільними в наслідок низької ефективності основного удобрення, що є наслідком незбалансованих цін на сільськогосподарську продукцію та засоби хімізації, застосування переважно мінімальної системи обробітку ґрунту, а також практично повної відсутності науково обґрунтованої структури сівозмін. Частковим вирішенням проблеми недостатнього забезпечення рослин поживними елементами є застосування позакореневого підживлення, яке, на думку багатьох дослідників, є ефективним при вирощуванні більшості культур.

У результаті досліджень установлено, що використання гумусових біостимуляторів має позитивний вплив на рослини кукурудзи по всіх варіантах дослідження. Застосування практично всіх біостимуляторів мало позитивний вплив на масу зерна в качанах кукурудзи. Найвище збільшення середньої маси зерна кукурудзи спостерігається за використання біостимуляторів Zinovii Triple та Zinovii Grand Gurii. Позакореневе застосування гумусових біостимуляторів сприяє підвищенню показника маси 1000 зерен. Найвищі значення маси 1000 зерен установлені у варіантах Zinovii Grand Gurii та Zinovii Triple.

Застосування гумусових біопрепаратів дещо знижує кліматичний стрес рослин кукурудзи, що відбивається на натурній масі насіння. Всі без виключення гумусові біостимулятори сприяють підвищенню натурної маси зерна кукурудзи. Результати визначення біологічної урожайності кукурудзи показують, що найбільший вплив на цей показник мають гумусові біостимулятори Zinovii Triple та Zinovii Grand Gurii. За дози внесення біостимулятора Zinovii Triple 2 л/га урожайність кукурудзи становить 4,92 т/га, що на 0,83 т/га вище, ніж на контролі. За дози цього препарату 4 т/га прибавка складає 0,86 т/га. Внесення біостимулятора Zinovii Grand Gurii в дозі 2 л/га дає прибавку урожаю 0,82 т/га відносно контролю.

Ключові слова: *кукурудза, позакореневе удобрення, біостимулятори, насіння, біологічна урожайність.*

Shcherbakov O. Yu. The influence of biostimulators from the 'Zinovii' group on corn productivity in the Left-bank Forest-steppe region of Ukraine

The article discusses the prospects for the use of new plant growth biostimulants of the Zinovii group manufactured by Pesticide EOOD (Bulgaria) in the northeastern part of the left bank of the Forest-Steppe of Ukraine in connection with the growing impact of climate change on agricultural production. In the current conditions of agricultural production, farming systems are becoming unstable due to the low efficiency of basic fertilizers, which is a consequence of unbalanced prices for agricultural products and chemicals, the use of mainly minimal tillage systems, and the almost complete absence of a scientifically based crop rotation structure. A partial solution to the problem of insufficient supply of nutrients to plants is the use of foliar feeding, which, according to many researchers, is effective in the cultivation of most crops.

© Щербаков О. Ю., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

The research found that the use of humic biostimulants has a positive effect on corn plants in all variants of the study. The use of virtually all biostimulants had a positive effect on the grain weight in corn cobs. The highest increase in average corn grain weight was observed with the use of Zinovii Triple and Zinovii Grand Gurii biostimulants. Foliar application of humic biostimulants contributes to an increase in the weight of 1000 grains. The highest values of the weight of 1000 grains were established in the variants Zinovii Grand Gurii and Zinovii Triple.

The use of humic biopreparations slightly reduces the climatic stress on corn plants, which is reflected in the natural weight of the seeds. Without exception, all humic biostimulants contribute to an increase in the natural weight of corn grain. The results of determining the biological yield of corn show that the humic biostimulants Zinovii Triple and Zinovii Grand Gurii have the greatest impact on this indicator. At a dose of 2 l/ha of the Zinovii Triple biostimulant, the corn yield is 4.92 t/ha, which is 0.83 t/ha higher than the control. At a dose of 4 t/ha of this preparation, the increase is 0.86 t/ha. The application of the Zinovii Grand Gurii biostimulant at a dose of 2 l/ha gives a yield increase of 0.82 t/ha compared to the control.

Key words: *corn, foliar fertilization, biostimulants, seeds, biological yield.*

Актуальність теми досліджень. У сучасних умовах ведення сільськогосподарського виробництва системи землеробства стають нестабільними в наслідок низької ефективності основного удобрення, що є наслідком незбалансованих цін на сільськогосподарську продукцію та засоби хімізації, застосування переважно мінімальної системи обробітку ґрунту, а також практично повної відсутності науково обґрунтованої структури сівозмін. Частковим вирішенням проблеми недостатнього забезпечення рослин поживними елементами є застосування позакореневого підживлення, яке, на думку багатьох дослідників, є ефективним при вирощуванні більшості культур [1]. Позакореневе підживлення, особливо новітніми добривами та біостимуляторами, якими на сьогодні перенасичений ринок України, необхідно випробовувати щодо їх дії на кожну конкретну культуру з урахуванням ґрунтово-кліматичних та організаційно-господарських умов. Агровиробники повинні досвіді переконатись в ефективності та рентабельності позакореневого підживлення конкретним добривом чи біостимулятором [2]. Виходячи з вищезазначеного дослідження нових біостимуляторів групи «ZINOVII», виробництва фірми Пестицид ЕООД (Болгарія), які сьогодні зявилися на аграрному ринку України, є актуальним питанням землеробства.

Постановка проблеми. Аналіз наукових джерел [3, с. 63; 4, с. 53;] вказує на ефективність застосування регуляторів росту для покращення стійкості кукурудзи до несприятливих умов. Використання біостимуляторів та антистресантів сприяє зменшенню негативного впливу посухи, оптимізує водний баланс рослин і стимулює їх ріст навіть у складних кліматичних умовах. Біостимулятори підвищують стійкість кукурудзи до посухи та температурних стресів.

Гож О. А. [5, с. 119] вважає, що між новими гібридами, комплексними мікродобривами та стимуляторами росту існує нерозривний тісний. Дослідження спрямовані на удосконалення елементів технології, відповідності нових мікродобрив та стимуляторів росту до біологічних особливостей перспективних гібридів кукурудзи з метою рентабельного ведення господарства, є актуальним напрямом наукового пошуку.

Паламарчук В. Д. [6, с. 30], досліджуючи вплив гумусових рістрегулюючих препаратів на ріст і розвиток кукурудзи, приходить до висновку, що проведення позакореневих підживлень забезпечувало зростання кількості нормально розвинених качанів порівняно з контролем. Збільшення кількості позакореневих підживлень мікродобривами, регулятором росту рослин і бактеріальним препаратом не забезпечує зростання кількості качанів на рослині.

Вожеговою Р. та ін. [7, с. 18] встановлено, застосування стимуляторів росту рослин і мікродобрив за період 2013–2015 рр. досліджень на посівах кукурудзи позитивно вплинуло на ріст, розвиток рослин і формування врожаю. Незалежно від скоростиглості гібридів, мікродобрива та стимулятори росту підвищували врожайність зерна гібридів кукурудзи на 0,38–1,26 т/га, приріст урожайності становив 3,80–10,04 %.

Стимулятори росту рослин в комплексі з мікродобривами є високоефективними препаратами, що підвищують стрес стійкість рослин кукурудзи та підвищують її урожайність [8, с. 245]. Позакореневе внесення регуляторів росту в поєднанні з мікроелементами підвищує врожайність кукурудзи порівняно з контрольними варіантами [9, с. 80].

Козак Л. А. та ін. зазначають, що результати проведених досліджень 2023–2024 рр. показують необхідність добору посухостійких гібридів кукурудзи та використання регуляторів росту рослин для зменшення негативного впливу несприятливих умов навколишнього середовища на продуктивність цієї культури [10, с. 34].

Каленською С. М. та ін. [11, с. 71], на підставі енергетичної оцінки ефективності технології вирощування гібридів кукурудзи, встановлено, що застосування мінеральних добрив та рістрегулюючої речовини Вітазим в середньому за 2015–2017 рр. забезпечило їх високу практичну доцільність.

Використання препаратів Гуміфренд та Helprost на посівах кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного сприяє поліпшенню живлення рослин, забезпечуючи при цьому оптимальні темпи їх вегетативного та генеративного розвитку, формуванню високого рівня розвитку листкової поверхні [12, с. 71].

Бухало В. Я. та ін [13, с. 118] за результатами проведених досліджень встановлено, що обробка стимуляторами росту впливала на розвиток рослин кукурудзи. За використання гумінового препарату ГК–4МК фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу були вищими, що пов’язано з ефективною дією вказаного стимулятору росту.

Згідно досліджень Грабовського М. Б. та ін. [14, с. 108] застосування мікродобрив та регуляторів росту дозволило збільшити масу рослин кукурудзи на 0,6–2,9 %, масу стебла на 0,6–1,7 %, масу листків на 0,7–33,7 %, масу качана з зерном на 0,8–2,4 %, порівняно з контролем.

Куц О. В. та ін. [15, с. 164] відмічають позитивний вплив на ростові процеси кукурудзи цукрової впровадження біологізованої технології вирощування та проведення позакореневих підживлень гуміновим добривом Гуміфренд з нормою 0,5–1,0 л/га.

Методика досліджень. Метою досліджень було вивчення впливу нових на ринку України біостимуляторів росту рослин групи «ZINOVII» виробництва фірми Пестицид ЕООД (Болгарія) в умовах Північно-східної частини лівобережжя Лісостепу України. Всі досліджувані біостимулятори мають органічну природу і являють собою лужний екстракт дозрілого гною. Досліджувалися наступні біостимулятори: «*Zinovii Triple Corn*», pH 10,0. Містить 4,73 % органічного карбону, 724 мг/л нітратного азоту та 70,1 мг/л амонійного азоту, 0,05 % фосфору і 2,42 % калію. Має досить високий уміст CaO (96,8 мг/л), MgO (321 мг/л) та Cu (393 мг/л), підвищений вміст цинку (4044 мг/л) та сульфуру (5778 мг/л). «*Zinovii Triple Oil*», pH 8,68. Містить 4,32 % органічного карбону, 724 мг/л нітратного азоту та 54,8 мг/л амонійного азоту, 0,06 % фосфору і 2,04 % калію. Має досить високий уміст CaO (95,3 мг/л), MgO (458 мг/л) та Cu (417 мг/л), підвищений вміст бору (5205 мг/л)

і сульфуру (3316 мг/л). «*Zinovii Triple Double*», pH 10,6. Містить 5,79 % органічного карбону, 753 мг/л нітратного азоту та 40,3 мг/л амонійного азоту, 0,05 % фосфору і 2,42 % калію. Має досить високий уміст CaO (93,5 мг/л), MgO (274 мг/л) та Cu (395мг/л), підвищений уміст молібдену (5910 мг/л) і сульфуру (3456 мг/л). «*Zinovii Triple*», pH 4,0. Містить всього 1,12 % органічного карбону, багато нітратного азоту 3519 мг/л та 28,4 мг/л амонійного азоту, високий уміст фосфору (5,38 %) і 4,57 % калію. Має досить високий уміст CaO (94,5 мг/л) та Cu (395 мг/л), дуже високий уміст MgO (3134 мг/л). Містить досить багато цинку (856 мг/л), мангану (1348 мг/л) і заліза (2263 мг/л), а також сірки (2000 мг/л). «*Zinovii Grand Gurii*» являє собою суміш екстрактів деревної золи та дозрілого гною з додаванням макро- і мікроелементів. pH 5,54. Уміст сухої речовини складає 26,97 %. Містить всього 0,41 % органічного карбону, багато нітратного азоту 10 220 мг/л та 90,6 мг/л амонійного азоту. Загальний уміст азоту становить 6,48 %. Має високий уміст фосфору (3,05 %) і 7,76 % калію, досить високий уміст CaO (57,9 мг/л) та Cu (217 мг/л), дуже високий уміст MgO (3211 мг/л). Містить досить багато цинку (2797 мг/л), бору (7424 мг/л) і заліза (1589 мг/л), а також сірки (5737 мг/л).

У досліді вивчалися різні види біостимуляторів (фактор – А) та дві їх дози 2 л/га і 4 л/га (фактор – В). Загальна площа дослідних ділянок 600 м^2 (20 × 30 м), площа облікових ділянок 416 м^2 (16 × 26 м). Дослід проводився в трикратній повторності. Попередник – переліг. Добрива – припосівне внесення NPS 20:20:13; підживлення NH_4NO_3 80 кг/га. Культура – кукурудза Гібрид ДН Летава.

Перший обробіток препаратами проводили у фазу 3–5 листків (14–15 мікрофази ВВСН), другий – початок витягування стебла (30–31 мікрофаза ВВСН). Обробку посівів проводили ранцевим оприскувачем. Норма витрати робочого розчину в перерахунку на 1 га – 200 л.

Результати досліджень. В роботі представлені результати польових досліджень, проведених у 2024–2025 рр. Погодні умови в роки досліджень, що склалися в Харківському районі Харківської області характеризувалися високими температурами, які перевищували 32–35 °С, і малою кількістю і, навіть, відсутністю опадів протягом вегетаційного періоду кукурудзи. За таких умов рослини не змогли формувати нормальну вегетативну масу і, відповідно, урожай зерна.

Дослідження впливу позакореневого підживлення гумусовими біостимуляторами фірми Пестицид ЕООД на продуктивність кукурудзи і якість насіння показали, що використання гумусових біостимуляторів має позитивний вплив на рослини кукурудзи по всіх варіантах дослідження (табл. 1) Це проявляється на якості запилення материнських форм рослин кукурудзи. Качани кукурудзи у варіантах позакореневого використання гумусових біостимуляторів росту характеризуються кращою наповненістю зерном. Причому зерно в качанах з цих ділянок характеризується кращою виповненістю. Це свідчить про деяку антистресову дію досліджуваних препаратів на прояв високих температур повітря і нестачу вологи рослинам під час переміщення пилку з батьківських форм до материнських форм рослин кукурудзи і, безпосередньо в процесі запилення материнських форм рослин.

Найбільші розміри качанів кукурудзи (табл. 1) встановлені у варіанті застосування добрива Zinovii Grand Gurii – 17,5 см за дози 2 л/га та 17,6 см за дози 4 л/га. Суттєва різниця в розмірах качанів (більше HIP_{05} 1,45) установлена у варіантах Zinovii Triple Double (17,0 см однаково при дозах 2 і 4 л/га) та Zinovii Triple (також 17,0 см за дози 4 л/га).

По варіантам застосування біостимуляторів Zinovii Triple Corn, Zinovii Triple Oil та Zinovii Triple (2 л/га) збільшення розмірів качанів знаходиться в межах

похибки досліду, але спостерігається чітка тенденція позитивного впливу даних біостимуляторів

Застосування практично всіх біостимуляторів мало позитивний вплив на масу зерна в качанах кукурудзи (табл. 1). Найвище збільшення середньої маси зерна кукурудзи спостерігається за використання біостимуляторів Zinovii Triple та Zinovii Grand Gurii. По цим варіантам збільшення середньої маси зерна в качані кукурудзи відносно контролю складає 8,3 та 8,6 г відповідно дози 2 і 4 л/га.

У варіанті застосування біостимулятора Zinovii Grand Gurii збільшення також досить суттєве, але дещо нижче ніж у варіанті Zinovii Triple. Так, за дози біостимулятора Zinovii Grand Gurii 2 л/га збільшення складає 8,2 г, а за дози 4 л/га – 8,4 г порівняно з контролем. Застосування гумусового біостимулятора Zinovii Triple Double також викликає зростання маси зерна в качані кукурудзи відносно контролю. Так, за дози 2 л/га воно становить 7 г, а за дози 4 л/га – 8 г. Дещо нижча маса зерна в качані кукурудзи установлена у варіанті внесення біостимулятора Zinovii Triple Oil, де за дози 2 л/га вона становить 46,6 г, за дози 4 л/га – 47,3 г, що на 5,7 і 6,4 г більше, ніж на контрольному варіанті.

Виключення складає лише варіант застосування біостимулятора Zinovii Triple Corn в дозі 2 л/га, де зростання маси зерна в качані відносно контролю становить 2,5 г, що знаходиться в межах HIP_{05} (2,69).

Позакореневе застосування гумусових біостимуляторів сприяє підвищенню показника маси 1000 зерен (табл.1). Найвищі значення маси 1000 зерен установлені у варіантах Zinovii Grand Gurii (286 г за дози 2 л/га та 288 г за дози 4 л/га) і Zinovii Triple (286 г за обох доз).

Таблиця 1

Біометричні показники насіння кукурудзи, см

Варіант	Доза, л/га	Середня довжина качанів, см	Середня маса зерна в качанах, г	Маса 1000 зерен, г	Натура, г/л
Контроль H_2O	0	15,4	40,9	277	641
Zinovii Triple Corn	2	16,1	43,4	278	645
	4	16,2	45,9	280	654
Zinovii Triple Oil	2	16,5	46,6	279	647
	4	16,4	47,3	285	660
Zinovii Triple Double	2	17,0	47,9	284	654
	4	17,0	48,9	283	660
Zinovii Triple	2	16,8	49,2	286	646
	4	17,0	49,5	286	652
Zinovii Grand Gurii	2	17,5	49,1	286	656
	4	17,6	49,3	288	658
HIP_{05}		1,45	2,69	4,91	6,78

Застосування гумусових біопрепаратів дещо знижує кліматичний стрес рослин кукурудзи, що відбивається на натурній масі насіння. Всі без виключення гумусові біостимулятори сприяють підвищенню натурної маси зерна кукурудзи. Найбільш вплив на натурну масу кукурудзи за дози 2 л/га мали Zinovii Triple Double

(654 г/л) і Zinovii Grand Gurii (656 г/л). За дози використання 4 л/га найвищі значення маємо у варіантах Zinovii Triple Oil та Zinovii Triple Double (по 660 г/л), а також Zinovii Grand Gurii (658 г/л).

Таблиця 2

Біологічна урожайність кукурудзи на ділянках гібридизації, т/га

Варіант	Доза, л/га	Повторність			Середнє
		1	2	3	
Контроль H_2O	0	4,17	4,09	4,00	4,09
Zinovii Triple Corn	2	4,29	4,40	4,34	4,34
	4	4,55	4,62	4,59	4,59
Zinovii Triple Oil	2	4,62	4,69	4,67	4,66
	4	4,80	4,73	4,66	4,73
Zinovii Triple Double	2	4,79	4,82	4,76	4,79
	4	4,87	4,92	4,88	4,89
Zinovii Triple	2	4,92	4,99	4,89	4,92
	4	4,93	4,94	4,99	4,95
Zinovii Grand Gurii	2	4,91	4,90	4,93	4,91
	4	4,92	4,97	4,,90	4,93
		HIP_{05}			0,27

Визначення біологічної урожайності (розраховувалася лише на площу насадження материнських форм) гібриду кукурудзи ДН Летава (табл. 2) на дослідних ділянках масиву гібридизації показало, що найбільший вплив на цей показник мають гумусові біостимулятори Zinovii Triple та Zinovii Grand Gurii. Так, за дози внесення біостимулятора Zinovii Triple 2 л/га урожайність кукурудзи становить 4,92 т/га, що на 0,83 т/га вище, ніж на контролі. За дози цього препарату 4 т/га прибавка складає 0,86 т/га. Внесення біостимулятора Zinovii Grand Gurii в дозі 2 л/га дає прибавку урожаю 0,82 т/га відносно контролю. За дози біостимулятора Zinovii Grand Gurii 4 л/га прибавка урожаю становить 0,84 т/га. Досить суттєву прибавку урожаю забезпечує позакореневе використання біостимулятора Zinovii Triple Double, який за дози 2 л/га дає прибавку 0,7 т/га, а за дози 4 л/га – 0,8 т/га.

Єдиним біостимулятором, який не забезпечив достовірну прибавку урожаю гібриду кукурудзи є біостимулятор Zinovii Triple Corn в дозі 2 л/га. У цьому варіанті прибавка урожаю склала 0,25 т/га, що є в межах похибки досліду (HIP_{05} становить 0,27).

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження впливу застосування біостимуляторів групи «ZINOVII» показали позитивний вплив на рослини кукурудзи. Це проявляється на якості запилення материнських форм рослин кукурудзи. Качани кукурудзи у варіантах позакореневого використання гумусових біостимуляторів росту характеризуються кращою наповненістю зерном та його кращою виповненістю. Це свідчить про деяку антистресову дію досліджуваних препаратів на прояв високих температур повітря і нестачу вологи рослинам під час переміщення пилку з батьківських форм до материнських форм рослин кукурудзи і, безпосередньо в процесі запилення материнських форм рослин. Найбільший вплив на біологічну урожайності кукурудзи мають

гумусові біостимулятори Zinovii Triple та Zinovii Grand Gurii. За дози внесення біостимулятора Zinovii Triple 2 л/га урожайність кукурудзи становить 4,92 т/га, що на 0,83 т/га вище, ніж на контролі. За дози цього препарату 4 т/га прибавка складає 0,86 т/га. Внесення біостимулятора Zinovii Grand Gurii в дозі 2 л/га дає прибавку урожаю 0,82 т/га відносно контролю. Отримані результати дають підставу щодо продовження досліджень впливу біостимуляторів групи «ZINOVII» на інші сільськогосподарські культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шевченко М. В., Мозговий Р. С., Зубковський О. А., Доля С. М. Ефективність позакореневого підживлення соняшнику. *Агроном*. 25.06.2021. URL: https://www.agronom.com.ua/efektyvnist-pozakorenevogo-pidzhyvlennya-sonyashnyku/ (дата звернення: 19.01.2026).

2. Скрильник Є. Гумати: позакореневе підживлення доцільне. *Пропозиція*. 15.08.2016. URL: https://propozitsiya.com/articles/ahrokhimiya-dobryva/humaty-pozakoreneve-pidzhyvlennya-dotsilne (дата звернення: 19.01.2026).

3. Гладкіх Є. Ю. Ефективність комбінування добрив із стресопротекторами та регуляторами росту для послаблення впливу абіотичних стресів на рослини. *AgroChemistry and Soil Science*. 2020. № 90. С. 57–64. DOI: https://doi.org/10.31073/acss90

4. Ященко С. А., Грабовська Т. О., Грабовський М. Б., Слободенюк О. І. Ефективність біопрепарату Ентеронормін на ранніх етапах онтогенезу рослин пшениці озимої. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 2. С. 50–54. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174019

5. Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та стимуляторів росту в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2014. № 61. С. 118–120. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/UJRN/Zz_2014_61_42 (дата звернення: 18.12.2025).

6. Паламарчук В. Д. Вплив позакореневих підживлень на кількість качанів у гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2018, № 8 (785). С. 24–32. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-04

7. Вожегова Р., Лавриненко Ю., Гож О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від стимуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. Том 94. № 7 (2016). С. 17-21. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201607-03

8. Цилюрик О. І., Сологуб І. М. Регулятори росту в посівах кукурудзи північного степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 132. С. 29–35. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.29

9. Павліченко К. В., Грабовський М. Б. Урожайність зеленої і сухої маси гібридів кукурудзи та вихід біогазу залежно від застосування макро- і мікродобрив. *Зрошуване землеробство*. 2022. Вип. 77. С. 79–85. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/UJRN/Zz_2022_77_19 (дата звернення: 15.11.2025).

10. Козак Л. А., Грабовський М. Б., Качан Л. М., Павліченко К. В., Німенко С. С. Ефективність застосування регуляторів росту при вирощуванні кукурудзи на зерно за контрастних умов навколишнього середовища. *Таврійський науковий вісник*. № 142 (2025). Ч. 1. С. 124–136. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.16

11. Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Свистунов Ю. В., Антал Т. В. Енергетична ефективність застосування різних норм мінеральних добрив та регуляторів росту рослин за вирощування кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Агробіологія*. 2025. № 1. С. 65–74. DOI: https://doi.org/10.33245/2310-9270-2025-195-1-65-74

12. Циганський В. І. Формування продуктивності кукурудзи під час вирощування на зерно залежно від оптимізації окремих елементів системи удобрення.

Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: зб. тез ІІ Міжнар. наук.-практ. конф. 10-12 квіт. 2019 р. : ДУ НМЦ «Агроосвіта», Київ – Миколаїв – Херсон, 2019. – С. 70–71.

13. Бухало В. Я., Бабарика Д. І. Вплив стимуляторів росту на урожайність кукурудзи на зерно в умовах східного Лісостепу України / *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., 26–27 лист. 2020 р. у 2-х Ч. Ч. 1. : Харків : ХНАУ, 2020. С. 117–119.

14. Грабовський М. Б., Басюк П. Л., Мандриш О. Ю., Железняк В. В., Козак Л.А. Вплив мікродобрив та регуляторів росту на масу рослин кукурудзи та їх структурних елементів. *Адаптація агровиробництва до змін клімату та ґрунтової родючості* : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., 9 жовт. 2025 р.: с-ще Полігон, Миколаївського р-ну, Миколаївської обл. МДСДС ІКОСГ НААН України, 2025. С. 106–109. URL: https://www.dumdsds.com/post/ (дата звернення: 15.11.2025).

15. Куц О. В., Семененко С. В., Яковенко В. О. Ефективність використання гумінових добрив за вирощування кукурудзи цукрової. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф., 29 лист. 2024 р. : Харків : ДБТУ, 2024. С. 162–164. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/44730 (дата звернення: 15.11.2025).

Дата першого надходження статті до видання: 20.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 636.4.083.3:614.48
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.33

ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОСКОНАЛЕНОГО СПОСОБУ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СИСТЕМИ ВОДОНАПУВАННЯ У СВИНАРСТВІ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВІДГОДІВЕЛЬНОГО МОЛОДНЯКУ

Леньков Л. Г. *– к.с.-г.н.,*
докторант кафедри технологій у тваринництві,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0003-1596-6740
Лихач В. Я. *– д.с.-г.., професор,*
в.о. завідувача кафедри технологій у тваринництві,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0002-9150-6730
Лихач А. В. *– д.с.-г.н., професор,*
професор кафедри прикладної біології, розведення і генетики тварин,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0002-0472-6162
Шапошнік В. М. *– к.в.н.,*
виконавчий директор
Експертного центру діагностики та лабораторного супроводу
ТОВ «Біолайтс»
orcid.org/0000-0001-8969-0228

Сучасна інтенсифікація свинарства зумовлює підвищені вимоги до якості виробничих ресурсів, зокрема води, яка є незамінним компонентом метаболічних процесів і важливим чинником забезпечення здоров'я тварин. У статті представлено результати досліджень щодо вдосконалення способу знезараження та очищення систем водонапування в умовах промислового свинарства. Актуальність роботи зумовлена необхідністю пошуку ефективних стратегій управління якістю води як стратегічного ресурсу, оскільки традиційні

© Леньков Л. Г., Лихач В. Я., Лихач А. В., Шапошнік В. М., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

методи дезінфекції (на основі діоксиду хлору) потребують значних витрат часу (24–48 год) та зупинки виробничого процесу. Метою дослідження було оцінити ефективність застосування вітчизняного препарату ArgiVet^{200} (пероксид водню >50 % та іони колоїдного срібла 4 %) через систему медикації «Dozatron» у присутності тварин. Науково-господарський дослід проведено на відгодівельному молодняку свиней (n = 1038) у ПОП «Вікторія» Миколаївської області. Встановлено, що початковий санітарний стан води характеризувався достатньо високим рівнем бактеріального обсіменіння (ЗМЧ > 300 КУО/см^3) та наявністю патогенної мікробіоти (Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa та ін.). Застосування ArgiVet^{200} за розробленою десятиденною ступеневою схемою (збільшення дози від 1,0 до 2,5 л/т води) дозволило знизити ЗМЧ до клінічно ідеального рівня ≤13 КУО/см^3, що у 11–15 разів ефективніше за дію чистого пероксиду водню. Синергічний ефект компонентів препарату забезпечив повне усунення агресивних збудників, що дозволило імунній системі свиней перенаправити ресурси на ріст та розвиток. Покращення гігієни напування суттєво вплинуло на продуктивність: середньодобовий приріст у групі за використання ArgiVet^{200} становив 941,0 г, що на 5,1 % (45,3 г) вище за контроль (p < 0,001). Конверсія корму знизилася до 2,64 кг (на 9,3 % менше порівняно з контролем). Тварини дослідної групи досягали живої маси 100 кг на 5,4 доби швидше за контрольних аналогів. Комплексний індекс відгодівельних якостей у дослідній групі склав 25,8 бала проти 21,2 бала у контролі. Удосконалений спосіб дозволяє максимізувати реалізацію генетичного потенціалу свиней без переривання технологічного циклу ферми.

Ключові слова: *відгодівельний молодняк, загальне мікробне число, знезараження, мікробіологічний скринінг, продуктивність, свині, середньодобові прирости, технологія, якість води.*

Lenkov L. H., Lykhach V. Ya., Lykhach A. V., Shaposhnik V. M. Effectiveness from improving aproach of disinfecting watter supply systems of fattening pigs and influence on their performance parameter

The modern intensification of pig farming places increased demands on the quality of production resources, in particular water, which is an indispensable component of metabolic processes and an important factor in ensuring animal health. The article presents the results of research on improving the method of disinfection and purification of water supply systems in industrial pig farming. The relevance of the work is due to the need to find effective strategies for managing water quality as a strategic resource, since traditional disinfection methods (based on chlorine dioxide) require significant time (24–48 hours) and stoppage of the production process. The aim of the study was to evaluate the effectiveness of the domestic preparation ArgiVet^{200} (hydrogen peroxide >50 % and colloidal silver ions 4 %) through the Dozatron medication system in the presence of animals. The scientific and economic study was conducted on fattening piglets (n = 1038) at the Victoria livestock farm in the Mykolaiv region. It was found that the initial sanitary condition of the water was characterized by a sufficiently high level of bacterial contamination (TSS > 300 CFU/cm^3) and the presence of pathogenic microbiota (Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, etc.). The use of ArgiVet^{200} according to a ten-day step-by-step regimen (increasing the dose from 1.0 to 2.5 L/t of water) reduced the MPC to a clinically ideal level of ≤13 CFU/cm^3, which is 11–15 times more effective than pure hydrogen peroxide. The synergistic effect of the components of the preparation ensured the complete elimination of aggressive pathogens, which allowed the immune system of pigs to redirect resources to growth and development. Improved drinking hygiene had a significant impact on productivity: the average daily gain in the group using ArgiVet^{200} was 941.0 g, which is 5.1 % (45.3 g) higher than the control (p < 0.001). Feed conversion decreased to 2.64 kg (9.3 % less than the control). The animals in the experimental group reached a live weight of 100 kg 5.4 days faster than their control counterparts. The complex index of fattening qualities in the experimental group was 25.8 points compared to 21.2 points in the control group. The improved method allows maximizing the realization of the genetic potential of pigs without interrupting the technological cycle of the farm.

Key words: *fattening young stock, total microbial count, disinfection, microbiological screening, productivity, pigs, average daily gains, technology, water quality.*

Постановка проблеми. Сучасна інтенсифікація свинарства висуває високі вимоги до якості ресурсів, серед яких вода займає одне з ключових місць як незамінний компонент метаболізму та чинник здоров'я тварин. Проте доступ до

якісної води стає дедалі обмеженішим, а її низькі санітарно-гігієнічні показники не лише знижують продуктивність, а й можуть загрожувати життєздатності поголів'я. Усвідомлення води як стратегічного ресурсу для прибуткового виробництва змушує виробників шукати ефективні стратегії управління її якістю та збереженням у свинарстві [6, 14, 15, 18, 22].

Традиційні підходи до знезараження систем водонапування часто базуються на використанні діоксиду хлору у сталій концентрації 0,1 ppm. Попри ефективність проти патогенної мікрофлори, цей спосіб має суттєві технологічні недоліки: після заповнення системи препарат потребує експозиції від 24 до 48 годин, що вимагає зупинки виробничого процесу. Крім того, необхідність подальшого промивання системи призводить до додаткових витрат часу та води, що є критичним для сучасних свинокомплексів із фіксованим циклом (потоково-ритмічне виробництво). Також використання діоксиду хлору є менш ефективним у проточних системах порівняно із закритими резервуарами [3, 7, 12].

Альтернативою є застосування засобів на основі пероксиду водню та іонів срібла, які дозволяють проводити санацію безпосередньо у присутності тварин. Особливу увагу привертають українські препарати, які поєднують високу концентрацію пероксиду водню (>50 %) та колоїдне срібло (4 %), що потенційно забезпечує синергічний ефект у боротьбі з біоплівками та патогенами [3, 13].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання якості напування є фундаментальним у сучасному свинарстві [10, 11, 22]. Дослідження F. Vandael та співавт. [21] підкреслюють, що системи водопостачання часто стають джерелом поширення патогенів, що вимагає впровадження ефективних протоколів дезінфекції. Традиційне використання діоксиду хлору, описане K. C. Turner та ін. [19, 20], хоч і забезпечує мікробіологічну чистоту, проте має суттєві технологічні обмеження щодо тривалого часу експозиції та необхідності зупинки виробничого циклу.

Сучасні автори все частіше розглядають препарати на основі пероксиду водню як безпечну альтернативу [3, 13, 16]. Проте, аналіз результатів застосування подібних закордонних засобів свідчить про їхню недостатню ефективність у проточних системах свиноферм, де рівень загального мікробного числа (ЗМЧ) часто залишається на незадовільному рівні – понад 150–200 КУО/см^3.

Актуальність наших досліджень зумовлена необхідністю впровадження способу, що поєднує високу бактерицидну дію із можливістю санації безпосередньо у присутності тварин.

Постановка завдання. Оцінити ефективність удосконаленого способу знезараження та очищення води в системі водонапування через медикацію у присутності свиней та порівняти ефективність препаратів за показниками мікробіологічної чистоти води і продуктивності тварин.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження було проведено в умовах приватно-орендного підприємства (ПОП) «Вікторія» Баштанського району Миколаївської області на відгодівельному молодняку свиней (поєднання ♀(ВБ × Л) × ♂ *Maxter*) у кількості 1038 голів. В рамках науково-господарського досліду досліджували вплив препаратів для знезараження системи водонапування на показники мікробіологічної чистоти води та продуктивності тварин. Для порівняльного аналізу було сформовано групи: *контрольна група* споживала воду із загальної системи без додаткової обробки (початковий стан: ЗМЧ – 300 КУО/см^3); *І дослідна група* споживала воду за обробки системи водонапування комерційним аналогом при застосовувані препарату у дозі 2 л/1000 л води через систему медикації води «*Dozatron*» (склад комерційного аналогу: пероксид водню >50 %);

ІІ дослідна група застосування українського препарату *ArgiVet*^{200} для обробки системи водонапування (пероксид водню >50 %, іони колоїдного срібла 4 %) за розробленою ступеневою схемою: 1–2 доба: 1,0 л/т води; 3–4 доба: 1,5 л/т води; 5–6 доба: 2,0 л/т води; 7–10 доба: 2,5 л/т води. Оцінка проводилася за показниками ЗМЧ, видового складу мікробіоти та відгодівельними ознаками дослідного молодняку свиней.

У піддослідних тварин проводили вивчення відгодівельних ознак: вік досягнення живої маси 100 кг (діб), середньодобовий приріст на відгодівлі (г), конверсія корму (кг) піддослідних тварин при досягненні ними передзабійної живої маси 100 кг. Для узагальненої оцінки основних відгодівельних ознак піддослідних тварин розраховували комплексний індекс відгодівельних якостей:

$$I = \frac{A^2}{B \times C}, \quad (1)$$

де: I – індекс відгодівельних якостей, балів; A – валовий приріст за період відгодівлі, кг; B – кількість діб відгодівлі, діб; C – витрати корму на 1 кг приросту, кг. Оцінка продуктивності свиней здійснювалася відповідно до загальних методик [4, 5].

В основу поставлено задачу удосконалення способу знезараження та очищення води в системі водонапування через медикацію «*Dozatron*» у присутності свиней та покращення загального мікробного числа й мікробіологічного скринінгу води, а також вплив на продуктивність відгодівельних свиней. Перед проведенням досліду відібрано зразок води із загальної системи напування з дотриманням правил відбору проб води й направлений до ТОВ «Експертний центр діагностики та лабораторного супроводу «Біолайтс» для наступних досліджень: загальне мікробне число (ЗМЧ); мікробіологічний скринінг. Отриманий результат: мікробне число у досліджуваному зразку води при температурі 37 °С становило >300 КУО/см^3, а мікробіологічний скринінг дав змогу виявити у воді наступну мікробіоту: *Enterococcus hirae*, *Klebsiella oxytoca*, *Escherichia coli*, *Lysinibacillus sphaericus*, *Klebsiella variicola*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Comamonas aquatica*, *Leclercia adecarboxylata*.

В останній день випоювання відібрано три проби води для проведення повторних досліджень й визначення ефективності використаних засобів, котрі вносили в систему водонапування.

Утримання і годівлю піддослідного поголів'я здійснювали згідно з нормативними вимогами ВНТП-АПК 02.05 «Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми)» та технологічними настановами фахівців генетичної компанії [2, 16]. Ветеринарно-профілактичні заходи для тварин обох груп реалізували за уніфікованою схемою, прийнятою в умовах господарства. Параметри мікроклімату у виробничому приміщенні забезпечувалися автоматизованою системою негативної вентиляції з мікропроцесорним керуванням, а видалення гною – вакуумно-самопливною системою періодичної дії. Процеси годівлі, напування та загального догляду регламентувалися положеннями чинного національного та європейського законодавства щодо благополуччя тварин [9, 17].

Статистичну обробку та біометричний аналіз одержаних результатів проводили методами варіаційної статистики з використанням програмного забезпечення та пакету прикладних програм [1].

Виклад основного матеріалу дослідження. Враховуючи результати досліджень, мікробіологічні показники та показники загального мікробного числа,

а також ступінь освітленості води у пробах встановлено, що засіб, котрий був у виробничому експерименті у ІІ дослідній групі показав кращий результат за ЗМЧ – ≤13 КУО/см^3, на відміну від контрою > 300 КУО/см^3 і комерційного аналогу (І дослідна група) – >150 КУО/см^3. Підвищене значення ЗМЧ спричиняє навантаження на імунну систему свиней, викликаючи імуносупресивний стан, наслідки якого супроводжуються додатковими вторинними захворюваннями, зменшенням приростів, вибракуванням, а також додатковими ветеринарними витратами (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив дезінфікуючих засобів на загальне мікробне число та видовий склад мікробіоти води

Група	Назва засобу	Склад	ЗМЧ, КУО/см^3	Видова мікробіота
контроль		–	> 300	*Enterococcus hirae, Klebsiella oxytoca, Escherichia coli, Lysinibacillus sphaericus, Klebsiella variicola, Pseudomonas aeruginosa, Comamonas aquatica, Leclercia adecarboxylata*
І дослідна	комерційний аналог	Пероксид водню >50 %	>150	*Pseudomonas aeruginosa, Aeromonas ichthiosmia, Bacillus cereus, Aeromonas hydrophila, Lysinibacillus sphaericus, Comamonas aquatica*
ІІ дослідна	*ArgiVet*^{200}	Пероксид водню >50, іони колоїдного срібла 4 %	≤13	*Bacillus Cereus, Acinetobacter junii*

Показники контрольної групи свідчать про дещо незадовільний санітарний стан системи напування перед початком обробки. Загальне мікробне число (ЗМЧ) >300 КУО/см^3 свідчить про значне бактеріальне обсіменіння та наявність зрілих біоплівок у трубопроводах. Наявність *Escherichia coli* та *Enterococcus hirae* є певним індикатором фекального забруднення. Такий склад води створює постійний імуногенний тиск на організм свиней, що призводить до хронічних запальних процесів та зниження засвоюваності поживних речовин.

Використання засобу на основі лише пероксиду водню (комерційний аналог – І дослідна група) показало недостатню ефективність у проточній системі, адже ЗМЧ демонструє зниження лише до рівня >150 КУО/см^3, це свідчить про те, що чистий пероксид не здатний повністю зруйнувати структуру біоплівки у присутності тварин за короткий період. Попри усунення кишкової палички, у воді залишилися стійкі патогени, такі як *Pseudomonas aeruginosa* (синьогнійна паличка) та *Aeromonas hydrophila*. Це достатньо небезпечно, оскільки ці бактерії часто мають природну резистентність до багатьох антисептиків.

Результати застосування *ArgiVet*^{200} (ІІ дослідна група) демонструють синергічний ефект пероксиду водню та іонів срібла. Показник ЗМЧ ≤ 13 КУО/см^3 є клінічно ідеальним для промислового свинарства. Це фактично означає повне пригнічення репродукції бактерій у системі. Виявлено лише поодинокі представники *Bacillus cereus* та *Acinetobacter junii*. Усунення найбільш агресивних збудників

(*E. coli, Pseudomonas*) дозволяє імунній системі свиней перенаправити ресурси з боротьби з інфекцією на ріст та розвиток.

Додавання іонів колоїдного срібла (4 %) до пероксиду водню (>50 %) у складі *ArgiVet*^{200} забезпечує пролонговану бактерицидну дію, яка у 11–15 разів ефективніша за дію чистого пероксиду водню в ідентичних умовах проточної системи напування на промисловому свинокомплексі.

Аналіз відгодівельних ознак піддослідного молодняку свиней свідчить про суттєвий позитивний вплив удосконаленого способу знезараження системи водонапування в умовах промислового свинокомплексу на динаміку їх росту та ефективність використання корму (табл. 2).

Встановлено, що використання засобу *ArgiVet*^{200} (ІІ дослідна група) для знезараження та очищення води в системі водонапування через медикацію у присутності свиней забезпечило найвищі показники інтенсивності росту піддослідного молодняку. Середньодобовий приріст у цій групі становив 941 г, що вірогідно ($p < 0{,}001$) перевищує показник контрольної групи на 45,3 г (5,1 %) та переважає показник І дослідної групи (комерційний аналог) на 24,1 г. Хоча у віці 11 тижнів жива маса поросят І дослідної групи була дещо вищою (29,9 кг), до кінця відгодівлі тварини ІІ групи випередили їх, досягши середньої маси 101,3 кг.

Таблиця 2

Показники продуктивності відгодівельного молодняку свиней за використання різних засобів санації системи водонапування, ($n = 346$), $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$

Ознака	Група		
	контрольна	І дослідна	ІІ дослідна
Жива маса молодняку у віці 11 тижнів, кг	27,5 ± 0,21	29,9 ± 0,22***	28,9 ± 0,21**a
Середня жива маса свиней при знятті з відгодівлі, кг	96,6 ± 0,42	100,5 ± 0,44***	101,3 ± 0,35***
Середньодобовий приріст, г	895,7 ± 4,44	916,9 ± 5,06**	941,0 ± 3,93***b
Конверсія корму, кг	2,91	2,78	2,64
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	158,1 ± 0,51	153,7 ± 0,47***	152,7 ± 0,34***
Індекс відгодівельних якостей, балів	21,2	23,3	25,8

Примітки: ** – $p < 0{,}01$; *** – $p < 0{,}001$ (у порівнянні тварин контрольної групи з аналогами І і ІІ дослідними групи); a – $p < 0{,}05$; b – $p < 0{,}01$ (у порівнянні тварин ІІ групи з аналогами І групи).

Найбільш вагомим технологічним результатом є зниження конверсії корму у ІІ дослідній групі. Завдяки покращенню санітарного стану води та зниженню загального мікробного навантаження на імунну систему, тварини ІІ групи споживали лише 2,64 кг корму на 1 кг приросту, що на 0,27 кг (9,3 %) менше порівняно з контролем та на 0,14 кг менше за показник комерційного аналога. Оптимізація умов напування дозволило тваринам дослідної групи досягати живої маси 100 кг значно раніше. Вік досягнення цієї кондиції у ІІ дослідній групі становив 152,7 доби, що на 5,4 доби нижче за контроль (158,1 діб) та на одну добу менше за показник І дослідної групи.

Інтегрований індекс відгодівельних якостей підтверджує перевагу українського препарату: у ІІ дослідній групі він склав 25,8 бала, що на 4,6 бала вище за

контроль та на 2,5 бала вище за комерційний аналог. Таким чином, застосування препарату *ArgiVet*^{200} за розробленою схемою дозволяє не лише покращити мікробіологічні показники води, а й максимально реалізувати генетичний потенціал продуктивності свиней на відгодівлі, забезпечуючи високу швидкість росту при зниженні витрат корму.

Висновки і перспективи подальших досліджень. 1. Удосконалений спосіб санації системи водонапування свинокомплексу шляхом використання препарату *ArgiVet*^{200} через систему медикації «*Dozatron*» у присутності тварин, дозволяє уникнути зупинки виробничого процесу.

2. Доведено високу бактерицидну ефективність поєднання пероксиду водню та іонів колоїдного срібла: застосування *ArgiVet*^{200} за розробленою схемою забезпечує зниження загального мікробного числа води з >300 КУО/см^3 до ≤13 КУО/см^3, що в 11,5 раза ефективніше за використання лише пероксиду водню.

3. Оптимізація мікробіологічного профілю питної води сприяє вірогідному підвищенню інтенсивності росту свиней на відгодівлі: середньодобові прирости вірогідно зростають на 5,1 %, а вік досягнення живої маси 100 кг скорочується на 5,4 доби. Технологічний ефект впровадження способу полягає у покращенні конверсії корму на 9,3 % (з 2,91 до 2,64 кг) та підвищенні інтегрованого індексу відгодівельних якостей на 4,6 бала.

Перспективи подальших досліджень будуть спрямовані на вивчення впливу покращення якості води за допомогою пероксидно-срібних комплексів на морфо-біохімічні показники крові та стан неспецифічної резистентності організму свиней різних статево-вікових груп. Також перспективними є дослідження тривалості післядії препарату на стан біоплівки в системах водонапування після завершення курсу обробітку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин : навчальний посібник / С. С. Крамаренко, С. І. Луговий, А. В. Лихач, О. С. Крамаренко. Миколаїв: МНАУ, 2019. 211 с.

2. Відомчі норми технологічного проектування. Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми), ВНТП-АПК – 02.05. К. : Мінагрополітики України, 2005. 98 с. URL : https://lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Svynarski-pidpryyemstva-VNTP-APK-02.05.pdf (дата звернення 24.12.2024).

3. Кушнір І. М., Колодій Г. В. Оцінка якості води та характеристика дезінфікуючих засобів для її обробки. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*. 2015. Вип. 16, № 1. С. 245–251.

4. Ладика В. І., Хмельничий Л. М., Повод, М. Г. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: підручник для аспірантів. Одеса: Олді+, 2023. 244 с.

5. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / за ред. І. І. Ібатуліна і О. М. Жукорського : посібник. К., 2017. 328 с.

6. Нагорна Л. В., Ковпак В. Д. Якість води в умовах свинарських господарств: проблеми та виклики. *Вирішення сучасних проблем у ветеринарній медицині*. Матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції (15–16 лютого 2024 року м. Полтава). Полтава: ПДАУ, 2024. С. 143–145.

7. Нагорна Л. В., Томік А. М. Біобезпека як фактор ефективного функціонування свинарських господарств. *Вісник Сумського Національного Аграрного Університету*. Серія: Ветеринарна Медицина. 2023. Вип. 2 (61). С. 34–38. DOI: https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.2.4

8. Наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України № 224 від 08.02.2021 «Про затвердження вимог до благополуччя сільськогосподарських тварин під час їх утримання». Зареєстр. від 18.02.2021 Міністерством Юстиції України, № 206/35828.

9. Норми годівлі, раціони і поживність кормів для різних видів сільськогосподарських тварин / Г. В. Проваторов, В. І. Ладика,Л. В. Бондарчук [та ін.]. Суми: ТОВ ВДТ «Університетська книга», 2007. 488 с.

10. Оптимізація технологічних рішень утримання і годівлі свиней в умовах промислової технології: монографія / В. Я. Лихач, М. Г. Повод, М. Б. Шпетний, В. М. Нечмілов, А. В. Лихач, О. Г. Михалко, Є. В. Баркарь, Л. Г. Леньков, О. О. Кучер. Миколаїв : Іліон, 2023. 518 с., 111 табл., 97 рис.

11. Підвищення продуктивності свиней за використання сучасного генофонду та інноваційних технологічних рішень : монографія / В. Я. Лихач, Р. В. Фаустов, П. О. Шебанін, А. В. Лихач, Л. Г. Леньков. Миколаїв : Іліон. 2022. 275 с., 75 табл., 32 рис. http://dglib.nubip.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/9332

12. Соколюк В. М., Лігоміна І. П., Фурман С. В., Лісогурська Д. В., Духницький В. Б. Санітарно-гігієнічна характеристика води в районі молочнотоварної ферми та свиноферми. *Scientific Progress & Innovations*. 2019. № 2. С. 191–196.

13. Спосіб знезараження і очищення системи водонапування у присутності свиней / Лихач В. Я., Лихач А. В., Леньков Л. Г., Сичов М. Ю. : пат. 159034 Україна : МПК C02F1/00. № u202404785; заявл. 07.10.2024; опублік. 17.04.2025, Бюл. № 16. 5 с. https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1851727/

14. Сусол Р. Л., Гарматюк К. В., Халак В. І. Оптимізація системи розведення і годівлі свиней м'ясного напрямку продуктивності в умовах півдня України. *Зернові культури. Дніпро*. 2018. Т. 2. № 12. С. 353–359.

15. Технологія виробництва продукції свинарства : навчальний посібник. М. Повод, О. Бондарська, В. Лихач, С. Жишка, В. Нечмілов та ін.; за ред. М. Г. Повода. К. : Науково-методичний центр ВФПО, 2021. 360 с.

16. PigUA.info. Веб-сайт. URL: https://www.pigua.info/uk (дата звернення 20.12.2025).

17. Council Directive 2008/120/EC. (2008, December). URL : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0120-20191214&from=NL. (дата звернення 26.12.2025).

18. Increasing the Efficiency of Agribusiness: Strategic Gene Pool Management and Technological Innovations: monograph / V. Lykhach, A. Lykhach, L. Lenkov, L. Chepil, M. Ohiienko, F. Pokusa, D. Palimaka, R. Faustov, V. Reznichenko. Opole-Kyiv, 2025. 260 p., Polska.

19. The effect of chlorine dioxide (ClO_2) in drinking water on the growth of pigs. *Professional pig community*, 2012. https://www.pig333.com/swine_abstracts/the-effect-of-chlorine-dioxide-in-drinking-water-on-the-growth-of-pigs_6019/

20. Turner K. C., Link J. E., Bursian S. J., Hill G. M., Straw B. E., Gay B. S., Rozeboom D. W. The effect of chlorine dioxide (ClO_2) in drinking water on the growth of pigs. *Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 89(2). P. 135.

21. Vandael F., Filippitzi M. E., Dewulf J., Daeseleire E., Eeckhout M., Devreese M., Croubels S. Oral group medication in pig production: characterising medicated feed and drinking water systems. *Veterinary Record*. 2019. Vol. 185(13). P. 405–413.

22. Zia H., Harris N. R., Merrett G. V., Rivers M., Coles N. The impact of agricultural activities on water quality: A case for collaborative catchment-scale management using integrated wireless sensor networks. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2013. Vol. 96. P. 126–138. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.05.001

Дата першого надходження статті до видання: 21.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 636.085:001.895
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.34

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ В ГОДІВЛІ ТВАРИН НА ОСНОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОРМОВИХ КОМПОНЕНТІВ

Позняковський Ю. В. *– к.с.-г.н.,*
науковий співробітник,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0002-0120-0296
Куриленко Ю. Ф. *– к.с.-г.н.,*
науковий співробітник,
Національний університет біоресурсів і природокористування України.
orcid.org/0000-0002-4679-0242
Недашківський В. М. *– д.с.-г.н.,*
професор кафедри технології кормів, кормових добавок і годівлі тварин,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0001-5487-6807
Цап С. В. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри технології годівлі і розведення тварин,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-2495-949X

Зростання чисельності населення світу та прогнозоване підвищення попиту на продукцію тваринництва створюють значний тиск на сучасні системи годівлі з метою підвищення їх ефективності. У той же час, у все більшій кількості країн забороняють або обмежують використання антибіотиків-стимуляторів росту. Тому, останніми роками у кормовій промисловості зростає визнання ефективності біологічно активних речовин рослинного походження у годівлі різних видів тварин, у зв'язку з чим фітогенні кормові добавки набувають дедалі ширшого застосування. До фітогенних кормових добавок належать різноманітні групи природних сполук рослинного походження, що характеризуються високим вмістом біологічно активних вторинних метаболітів. Застосування фітогенних кормових добавок сприяє підвищенню продуктивності тварин, покращенню перетравності поживних речовин і підтриманню здоров'я кишківника, що зумовлює їх розгляд як ефективної альтернативи антибіотичним стимуляторам росту у тваринництві. У даній статті узагальнено та проаналізовано сучасні наукові літературні дані щодо використання фітогенних кормових добавок у годівлі жуйних, свиней та птиці. Даний огляд був зосереджений в основному на аналізі досліджень, які вивчали вплив фітогенних добавок на продуктивність та здоров'я тварин. У багатьох проаналізованих дослідженнях встановлено позитивний вплив фітогенних добавок на продуктивність та добробут різних видів тварин, у тому числі у порівнянні з антибіотиками. Тому, можна з впевненістю стверджувати про перспективність таких компонентів та подальших досліджень із пошуку нових годівельних рішень для покращення добробуту тварин. Незважаючи на позитивні ефекти, залишаються відкритими питання оптимізації їх застосування, зумовлені відсутністю стандартизованого дозування та обмеженими знаннями щодо механізмів дії.

Ключові слова: *продуктивність, конверсія корму, фітогенні кормові добавки, корови, вівці, кози, свині, курчата-бройлери, маса тіла, надій, сирий протеїн.*

© Позняковський Ю. В., Куриленко Ю. Ф., Недашківський В. М., Цап С. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Pozniakovskyi Y. V., Kurylenko Y. F., Nedashkivskyi V. M., Tsap S. V. Innovative approaches in animal nutrition based on functional feed components

The growth of the world's population and the projected increase in demand for livestock products are placing significant pressure on modern feeding systems to improve their efficiency. At the same time, more and more countries are banning or restricting the use of growth-promoting antibiotics. Therefore, in recent years, the feed industry has been increasingly recognizing the effectiveness of biologically active substances of plant origin in feeding various animal species, and therefore phytogenic feed additives are becoming increasingly widely used. Phytogenic feed additives include various groups of natural compounds of plant origin, characterized by a high content of biologically active secondary metabolites. The use of phytogenic feed additives contributes to increasing animal productivity, improving nutrient digestibility and maintaining intestinal health, which makes them considered as an effective alternative to antibiotic growth promoters in animal husbandry. This article summarizes and analyzes current scientific literature data on the use of phytogenic feed additives in the feeding of ruminants, swine, and poultry. This review focused mainly on the analysis of studies that studied the effects of phytogenic supplements on animal performance and health. Many of the analyzed studies found a positive effect of phytogenic supplements on the performance and welfare of various animal species, including in comparison with antibiotics. Therefore, it is possible to confidently state the prospects of such components and further research to find new feeding solutions to improve animal welfare. Despite the positive effects, the issues of optimizing their use remain open, due to the lack of standardized dosage and limited knowledge of the mechanisms of action.

Key words: *productivity, feed conversion, phytogenic feed additives, cows, sheep, goats, swine, broiler chickens, body weight, milk yield, crude protein.*

Актуальність теми дослідження. Згідно прогнозів ООН, населення світу до 2050 року становитиме понад 9,7 мільярда. Попит на молоко, м'ясо та яйця зростатиме та буде створювати сильний тиск на системи тваринництва з метою підвищення ефективності [4].

Антибіотики-стимулятори росту (АСР) часто додавалися до раціону тварин у субтерапевтичних концентраціях з метою досягнення кращої конверсії корму та вищої продуктивності шляхом зниження чи модуляції активності мікробіоти в травному каналі. Однак регулярне використання АСР у раціоні тварин пов'язане з розвитком резистентності бактерій до антибіотичних речовин [27].

У 2006 році в Європі було введено повну заборону на використання АСР у зв'язку із зростанням занепокоєння громадськості. Багато країн і поза межами Європейського Союзу також рухаються в напрямку обмеження або заборони використання АСР у кормах для тварин. Пошук рішень спрямований не тільки на заміну АСР у кормах для тварин, а й на зменшення використання ветеринарних антибіотиків у тваринництві загалом. Таким чином, велика кількість сучасних наукових досліджень спрямовані на розробку заходів, що допоможуть тваринам підтримувати здоров'я та реалізувати генетичний потенціал продуктивності [27].

Протягом останніх років кормова промисловість визнала потенціал речовин рослинного походження для різних видів тварин. Тому, усе більшого поширення набувають фітогенні кормові добавки (ФКД). До ФКД відносять різні групи природних речовин, отриманих з рослин, які багаті на біоактивні вторинні метаболіти, такі як флавоноїди, алкалоїди, таніни, сапоніни, терпеноїди та інші. ФКД покращують продуктивність, перетравність поживних речовин та здоров'я кишківника у тварин, і ці властивості роблять їх хорошою альтернативою АСР у тваринництві [18, 24].

Постановка завдання. Аналіз та узагальнення даних щодо використання фітогенних кормових добавок у годівлі жуйних та моногастричних тварин.

Результати дослідження. За останні десятиліття опубліковано досить велику кількість досліджень з вивчення впливу згодовування різних фітогенних кормових

добавок різноманітним видам сільськогосподарських тварин та птиці. Для зручності аналізу публікацій ми розділили їх на три групи: жуйні, свині та птиця.

Жуйні. Група дослідників [8] встановила, що додавання до раціону корів суміші зеленого чаю та екстракту куркуми у кількості 0,175 г за 3 тижні до, та 9 тижнів після отелення сприяла підвищенню надою скоригованого за енергією молока.

Згодовування дійним коровам олеорезину стручкового перцю сприяло підвищенню надою скоригованого за енергією молока, хоча не вплинуло на споживання сухої речовини раціону та вмісту жиру в молоці [11].

Олія коріандру додана до раціону дійних корів сприяла підвищенню надою молока на рівні з тваринами, які отримували саліноміцин. Тобто, фітогенна кормова добавка може бути заміною іонофорного антибіотика у раціоні новотільних корів [21].

Група китайських вчених встановила, що додавання до комбікорму для телят голштинської породи добавки, яка містила суміш ефірних олій (карвакрол, каріофілен, пара-цимен, цинеол, терпінен та тимол) та пребіотики (лактат кобальту та арабіногалактан) сприяло збільшенню споживання сухої речовини, підвищенню конверсії корму та середньодобового приросту [3].

Yang з колегами [7] встановили, що додавання до раціону комерційної фітогенної кормової добавки сприяло покращенню показників росту помісних бичків. Бички, які отримували ФКД, мали на 9,2 % вищий середньодобовий приріст порівняно з тваринами контрольної групи, але на 5,1 % нижчий, порівняно з тваринами, яким додатково до раціону вводили монензин. Аналогічна тенденція спостерігалась і щодо конверсії корму, у групі, яка отримувала ФКД була вища ніж у контролі, проте нижча ніж у групі з монензином.

Shaaban та ін. [30] вивчали ефект від включення фітогенних кормових добавок чебрецю, селери та їх суміші до раціону ягнят. Використання ФКД значно покращило показники росту ягнят порівняно з контрольною дієтою. Ягнята, які споживали раціон з селерою мали найвищий абсолютний та середньодобовий прирости маси тіла – 32,1 кг та 111 г/добу, що на 31 %, та 30 % вище порівняно з контрольною групою. Чебрець і суміш чебрецю та селери також покращували показники росту.

Додавання до раціону ягнят від 1 % до 2 %, ФКД на основі кориці, куркуми, розмарину та бутонів гвоздики призвело до збільшення споживання корму, середньодобового приросту та маси тіла [28].

У схожому дослідженні встановили, що введення до раціону овець 300 мг/кг концентрату ефірної олії орегано влинуло на зміну мікрофлори їх кишківника та сприяло підвищенню приросту [17].

Смола ладанного дерева, яку згодовували нубійським козам у кількості 2–4 грамів на добу сприяла збільшенню надою скоригованого за енергією молока [2].

Проте у окремих дослідженнях спостерігали і негативний ефект від використання ФКД. Так, згодовування суміші екстрактів таніну з квебрахо та каштана дійним коровам у кількості 0,9 та 1,8 % сухої речовини раціону негативно вплинуло на споживання корму, надій, вмісту білку в молоці та перетравність поживних речовин [6].

Птиця. Найбільша кількість досліджень з вивчення впливу ФКД проводиться на курчатах-бройлерах. Ймовірно, це пов'язано з тим, що саме цій птиці згодовували найбільше АСР. Так, група вчених [15] оцінювала використання суміші ефірних олій (орегано, анісу та цедри цитрусових) як стимулятора росту та

потенційної альтернативи антибіотикам на курчатах-бройлерах. Як птиця, що отримувала корм з ефірною олією, так і група з антибіотиком продемонстрували значне ($p < 0,05$) зниження витрат корму на одиницю приросту протягом усього періоду порівняно з контролем. Абсолютний приріст маси з 0 по 42 день збільшився на 12,9 % при додаванні ефірної олії (2291,2 г) порівняно з контрольною групою (2030,1 г). Рівень збереженості покращився на близько 10 % як у групі з ефірною олією, так і в групі з антибіотиком. Також у даному дослідженні спостерігався і позитивний вплив застосування суміші ефірних олій на імунітет. Ці результати свідчать про те, що ефірні олії можуть дорівнювати або перевищувати антибіотичні ефекти стимулювання росту, у той же час підвищуючи окремі імунні параметри.

Інші група авторів [25] вивчала вплив фітонциду, виділеного з корейської сосни, як альтернативи тилозину на показники росту курчат-бройлерів. Контрольна група отримувала комбікорм з додаванням 0,2 г/кг тилозину, а дослідні групи отримували комбікорми з додаванням відповідно 0, 0,5 та 1,0 г/кг фітонциду. Найвищий рівень споживання корму, конверсії корму та приріст маси тіла спостерігався у курчат групи з 1,0 г/кг фітонциду.

Attia та ін. [31] вивчали ефективність застосування куркуми у раціоні бройлерів як стимулятора росту, порівняно з окситетрацикліном та мананолігосахаридом. Було встановлено, що додавання до раціону куркуми в дозі 1 г/кг значно поліпшило витрати корму на одиницю приросту корму порівняно з контрольною групою. Значного впливу на приріст маси діла у даному дослідженні не спостерігалось, проте курчата, яким згодовували 1 г/кг куркуми, мананолігосахарид або окситетрациклін, продемонстрували більший абсолютний приріст порівняно з контрольною групою. Споживання корму у різні фази росту варіювалось, проте у групі, яка отримувала куркуму в дозі 1 г/кг загальне споживання було найвище.

Ще один дослід на бройлерах провели Oso та ін. [5], вони вивчали вплив фітогенної суміші. Птиця була розподілена на чотири групи: базовий раціон, базовий раціон з додаванням хлортетрацикліну та базовий раціон з 1 % або 2 % фітогенної суміші. Протягом усього періоду вирощування (42 дні) додавання 1 % суміші забезпечило найвищий приріст маси тіла та найефективніший коефіцієнт конверсії корму, які були кращими за показники контрольної групи та подібними або кращими за показники птиці, яка отримувала антибіотики. Інша група дослідників встановила, що включення зіри (*Cuminum cyminum*) до раціону значно покращило показники росту та імунну відповідь у курчат-бройлерів. Курчата, яким згодовували 0,75 % зіри у раціоні, мали найбільший приріст маси тіла, та кращу конверсію корму [16].

Китайські вчені [12] досліджували вплив добавки полісахаридів з повію звичайного (*Lycium barbarum*), який дуже поширений у традиційній китайській медицині, на показники росту та імунну функцію курчат-бройлерів. Додавання 2,0 г/кг дослідного компоненту сприяло збільшенню маси тіла курчат на 42-й день на 7,2 % та підвищенню середньодобового приросту як у фазі росту (на 6,5 %), так і протягом усього періоду досліду (на 7,4 %). Птиця, яка отримувала добавку, мала вищі концентрації IgA та IgG, порівняно з контролем.

Хіе та ін. [13] повідомили, що кормова добавка з ферментованою білою лободою (*Chenopodium album*) позитивно впливала на показники росту та імунну відповідь курчат-бройлерів. Курчата, які споживали комбікорм з вищезгаданою добавкою мали вищий приріст маси тіла та конверсію корму. Що стосується імунної відповіді, то при згодовуванні ферментованої білої лободи у складі комбікорму

збільшувались рівні інсуліноподібного фактору росту-1, імуноглобулінів А та М. У подібному досліді вивчали вплив включення кори оксамитового тамаринду (*Dialium guineense*) до раціону бройлерів на показники їх росту. Птиця, яка отримувала 0,5 г/кг добавки, мала найвищу кінцеву масу тіла та середньодобовий приріст, а також найвищу конверсію корму. Добавка кори тамаринду також впливала на гематологічні параметри, такі як кількість лейкоцитів і лімфоцитів, що вказує на потенційні імуномодулюючі ефекти [20].

У дослідженні з оцінки ефірної олії розмарину як альтернативи антибіотикам на курчатах-бройлерах було встановлено її позитивний ефект на імунітет [19]. Важливо, що ефект від застосування олії розмарину був вищий порівняно із застосуванням антибіотиків.

Турецькі дослідники [29] вивчали вплив згодовування порошку часнику на показники продуктивності перепілок-несучок. Вони встановили вірогідну різницю ($p < 0,05$) порівняно з контролем за споживанням корму, його конверсією та несучістю у середньому за 12 тижнів. Кращі показники за цими параметрами були отримані у групі, яка отримувала 1 % часникового порошку у складі комбікорму.

Свині. Група вчених з Китаю встановила, що включення до раціону відлучених поросят суміші рослинних екстрактів сприяло збільшенню масу тіла, середньодобових приростів та підвищенню конверсії корму, порівняно з контрольною групою, хоча і не перевершувало результати поросят, які отримували з кормом антибіотик колістин [10].

Італійські науковці вивчали вплив комерційної добавки на основі рослинних екстрактів зеленого чаю та гранату на відлучених поросят. Добавку вводили через питну воду. Поросята, які отримували рослинні екстракти з водою мали вищі прирости та конверсію корму [1].

Chang та ін. [23] дослідили вплив п'яти фітогенних кормових добавок на показники росту та імунну відповідь у відлучених поросят, яких експериментально заразили *Escherichia coli*. Як ФКД використовували гіркий цитрусовий екстракт; мікрокапсульовану суміш тимолу і карвакролу; комбінацію гіркого цитрусового екстракту, тимолу і карвакролу; суміш виноградних кісточок, екстракту виноградного жому, зеленого чаю і хмелю та порошок насіння пажитника. Порівняно з контролем, додавання ФКД значно покращило ($p < 0,05$) середньодобовий приріст та конверсію корму. Поросята, які отримували комбінацію гіркого цитрусового екстракту, тимолу і карвакролу, мали вищі ($p < 0,05$) концентрації імуноглобуліну G та імуноглобуліну А через 7 днів після інокуляції, ніж контрольна група. Ці результати демонструють, що фітогенні добавки, особливо препарати, що містять екстракти цитрусових, тимол і карвакрол, можуть зменшити пригнічення росту, спричинене *E. coli*, та підвищити імунітет відлучених поросят.

Ще одна група китайських вчених [26] досліджувала вплив екстракту насіння розторопші плямистої (НРП) на показники росту відлучених поросят. Використання для годівлі поросят комбікорму, що містить екстракт НРП, значно збільшило середньодобовий приріст та середньодобове споживання корму. Проте додавання екстракту НРП не мало суттєвого впливу на перетравність поживних речовин, гематологічні показники сироватки крові.

Чеські вчені [14] встановили позитивний ефект від згодовування комерційних ФКД свиням на відгодівлі. Використання ФКД значно збільшило споживання корму та середньодобовий приріст у свиней протягом усього періоду досліду порівняно з контролем, хоча різниці за конверсією корму не спостерігалось. Свині, яким згодували ФКД, мали на 3,6 % вищу масу тіла у кінці досліду порівняно з контролем.

Lan та ін. [9] вивчали вплив комплексної ФКД на свиней на відгодівлі. Вони встановили, що свині, які отримували ФКД мали вищу конверсію корму та вищий приріст маси тіла, порівняно з контрольною групою. Крім того, кількість *E. coli* у фекаліях свиней дослідних груп зменшилася, а кількість *Lactobacillus*, навпаки – збільшилася.

Інша група вчених вивчала вплив згодовування добавки, яка містила евкаліптол, пара-цимен, ліналоол, анетол та тимол поросним гіперпродуктивним свиноматкам. Вони встановили, що згодовування ФКД спряло збільшенню кількості живонароджених поросят та їх маси тіла [22].

Висновки. Постійний пошук підходів, спрямованих на забезпечення виробництва високоякісних продуктів харчування, корисних для здоров'я людини та забезпечення високої продуктивності та здоров'я тварин є одними з головних задач науки про годівлю тварин. Фітогенні кормові добавки є дуже перспективними, адже можуть позитивно впливати на продуктивність та добробут тварин. Проте залишаються питання, щодо оптимізації їх застосування, включаючи відсутність чіткого дозування та неповне розуміння їх механізмів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Administration of a novel plant extract product via drinking water to post-weaning piglets: effects on performance and gut health / V. Bontempo та ін. *Animal*. 2014. вип. 8(5). С. 721–730. URL: https://doi.org/10.1017/S175173111400041X

2. Boswellia sacra resin as a phytogenic feed supplement to enhance ruminal fermentation, milk yield, and metabolic energy status of early lactating goats / Y. Soltan та ін. *Animal Feed Science and Technology*. 2021. вип. 277. С. 114963. URL: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114963

3. Calf starter containing a blend of essential oils and prebiotics affects the growth performance of Holstein calves / T. Liu та ін. *Journal of Dairy Science*. 2020. вип. 103. С. 2315–2323. URL: https://doi.org/10.3168/jds.2019-16647

4. Driscoll, M. The hidden health impacts of industrial livestock systems: transforming livestock systems for better human, animal and planetary health. 2022. Онлайн доступ: https://www.worldanimalprotection.org/globalassets/pdfs/reports/english/hidden-health-impacts.pdf (Дата звернення 20.01.2025).

5. Effect of dietary supplementation with phytogenic blend on growth performance, apparent ileal digestibility of nutrients, intestinal morphology, and cecal microflora of broiler chickens / A. O. Oso та ін. *Poultry Science*. 2019. вип. 98, С. 4755–4766. URL: https://doi.org/10.3382/ps/pez191.

6. Effect of quebracho-chestnut tannin extracts at 2 dietary crude protein levels on performance, rumen fermentation, and nitrogen partitioning in dairy cows / M. J. Aguerre та ін. *Journal of Dairy Science*. 2016. вип. 99. С. 4476–4486. URL: https://doi.org/10.3168/jds.2015-10745

7. Effects of a phytogenic feed additive on growth performance, feed intake, and carcass traits of beef steers / W. Z. Yang та ін. *Applied Animal Science*. 2023. вип. 38. С. 423–432. URL: https://doi.org/10.15232/aas.2023-02421

8. Effects of a plant product consisting of green tea and curcuma extract on milk production and the expression of hepatic genes involved in endoplasmic stress response and inflammation in dairy cows / A. Winkler та ін. *Archives of Animal Nutrition*. 2015. вип. 69. С. 425–441. URL: https://doi.org/10.1080/1745039X.2015.1093873

9. Effects of Astragalus membranaceus, Codonopsis pilosula and allicin mixture on growth performance, nutrient digestibility, faecal microbial shedding, immune response and meat quality in finishing pigs / R. Lan та ін. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2017. вип. 101(6). С. 1122–1129. URL: https://doi.org/10.1111/jpn.12625

10. Effects of Chinese herbal ultra-fine powder as a dietary additive on growth performance, serum metabolites and intestinal health in early-weaned piglets / X. F. Kong та ін. *Livestock Science*. 2007. вип. 108(1). С. 272–275. URL: https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.01.079

11. Effects of dietary Capsicum oleoresin on productivity and immune responses in lactating dairy cows / J. Oh та ін. *Journal of Dairy Science*. 2015. вип. 96. С. 6327–6339. URL: https://doi.org/10.3168/jds.2014-9294

12. Effects of dietary Lycium barbarum polysaccharides on growth performance, digestive enzyme activities, antioxidant status, and immunity of broiler chickens / L. N. Long та ін. *Poultry Science*. 2019. вип. 99. С. 744–751. URL: https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.043

13. Effects of dietary supplementation with fermented Chenopodium album L. on growth, nutrient digestibility, immunity, carcase characteristics and meat quality of broilers / M. Xie та ін. *Italian Journal of Animal Science*. 2021. вип. 20, С. 2063–2074. URL: https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1996289

14. Effects of phytogenic feed additives on growth performance and on ammonia and greenhouse gases emissions in growing-finishing pigs / P. Bartoš та ін. *Animal Feed Science and Technology*. 2016. вип. 212. С. 143–148. URL: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.11.003

15. Effects of supplemental essential oil on growth performance, lipid metabolites and immunity, intestinalcharacteristics, microbiota and carcass traits in broilers / J. C. Hong та ін. *Livestock Science*. 2012. вип. 144. С. 253–262. URL: https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.12.008

16. Growth performance, nutrients digestibility, immune system, and blood parameters in broiler chickens fed on diets supplemented with cumin (Cuminum cyminum) or black cumin (Bunium persicum) seed powders / M. Shafiee та ін. *Poultry Science Journal*. 2020. вип. 8(2), С. 1223–231. URL: https://doi.org/10.22069/psj.2020.18155.1601

17. Influence of increasing levels of oregano essential oil on intestinal morphology, intestinal flora and performance of Sewa sheep / J. Sun та ін. *Italian Journal of Animal Science*. 2022. вип. 21. С. 463–472. URL: https://doi.org/10.1080/1828051X.2022.2048208

18. Mechanisms by which phytogenic extracts enhance livestock reproductive health: current insights and future directions / A. O. Adetunji та ін. *Frontiers in Veterinary Science*. 2025. Т. 12. URL: https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1568577

19. Nanoprotected form of rosemary essential oil has a positive influence on blood biochemistry parameters, hematological indices, immune-antioxidant status, intestinal microbiota and histomorphology of meat-type chickens / S. Adil та ін. *Poultry Science*. 2024. вип. 103. С. 104309. URL: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17341

20. Ogbuewu I. P., Mbajiorgu C. A. Dietary Dialium guineense stem-bark supplementation improves growth performance and hemato-biochemical characteristics of broiler chickens / I. P. Ogbuewu, C. A. Mbajiorgu. *Heliyon*. вип. 9. URL: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17341

21. Performance of lactating Friesian cows fed a diet supplemented with coriander oil: feed intake, nutrient digestibility, ruminal fermentation, blood chemistry, and milk production / O. H. Matloup та ін. *Animal Feed Science and Technology*. 2017. вип. 226. С. 88–97. URL: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.02.012

22. Phytogenic actives supplemented in hyperprolific sows: effects on maternal transfer of phytogenic compounds, colostrum and milk features, performance and antioxidant status of sows and their offspring, and piglet intestinal gene expression / D. Reyes-Camacho та ін. *Journal of Animal Science*. 2020. вип. *98*(1). С. 1–13. URL: https://doi.org/10.1093/jas/skz390/

23. Phytogenic feed additives alleviate pathogenic Escherichia coli-induced intestinal damage through improving barrier integrity and inhibiting inflammation in

weaned pigs / S. Y. Chang та ін. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2022. вип. 13. С. 107. URL: https://doi.org/10.1186/s40104-022-00750-y

24. Phytogenic Substances as Novel Feed Supplements and Their Application in Livestock Nutrition / Y. A. Attia та ін. *Phytogenic and Phytochemical as Alternative Feed Additives for Animal Production*. United Arab Emirates : Bentham Science Publishers, 2025. С. 4–18. URL: https://doi.org/10.2174/9789815322767125010005

25. Phytoncide, phytogenic feed additive as an alternative to conventional antibiotics, improved growth performance and decreased excreta gas emission without adverse effect on meat quality in broiler chickens / H. L. Li та ін. *Livestock Science*. 2015. вип. 181, С. 1–6. URL: https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.10.001

26. Silybum marianum seed extract supplementation positively affects the body weight of weaned piglets by improving voluntary feed intake / D. X. Dang та ін. *Journal of Animal Science and Technology*. 2022. вип. 64(4). С. 696. URL: https://doi.org/10.5187/jast.2022.e39

27. Steiner T., Syed B. Phytogenic Feed Additives in Animal Nutrition. *Medicinal and Aromatic Plants of the World* / Ákos Máthé. Dordrecht : Springer Science+Business Media, 2015. С. 403–404.

28. Supplementing a phytogenic-rich herbal mixture to heatstressed lambs: Growth performance, carcass yield, and muscle and liver antioxidant status / F. Hashemzadeh та ін. *Small Ruminant Research*. 2022. вип. 206. С. 106596. URL: https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106596

29. The effects of dietary garlic powder on performance, egg yolk and serum cholesterol concentrations in laying quails / S. Canogullari та ін. *Czech Journal of Animal Science*. 2010. вип. 55(7). С. 286–293. URL: https://doi.org/10.17221/126/2009-CJAS

30. Thyme and celery as potential alternatives to ionophores use in livestock production: their effects on feed utilization, growth performance and meat quality of Barki lambs / M. M. Shaaban та ін. *Small Ruminant Research*. 2021. вип. 200. С. 106400. URL: https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106400

31. Turmeric (Curcuma longa Linn.) as a phytogenic growth promoter alternative for antibiotic and comparable to mannan oligosaccharides for broiler chicks / Y. A. Attia та ін. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2017. вип. 8, С. 11–21. URL: https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4309.

Дата першого надходження статті до видання: 28.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 636.082(477)
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.35

МОНІТОРИНГ ПІДКОНТРОЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ТВАРИННИЦТВА В УМОВАХ ТРИВАЛОГО ВІЙСЬКОГО СТАНУ

Почукалін А. Є. *– к.с.-г.н.,*
с.н.с. лабораторії розведення молочної худоби,
Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0003-2280-5371

Задля виявлення змін у породній і видовій структурі багатьох галузей тваринництва застосовують постійний моніторинг. Це, у свою чергу дозволяє систематично оцінювати популяції сільськогосподарських тварин за чисельністю та розвитком господарськи-корисних ознак. Метою дослідження було встановити розмір підконтрольної частини тваринництва, а також провести моніторинг за цим показником у регіонах в умовах тривалого військового стану. Подати діапазон мінливості селекційних ознак за галузями тваринництва. Підконтрольне (племінне) поголів'я тваринництва в Україні у 2024 році становить 3 036 045 голів (577 статусів), у тому числі молочне скотарство 356 230 голів (307), м'ясне скотарство 21 677 голів (41), свинарство 91 006 голів (41), вівчарство 27 180 голів (25), конярство 1722 голови (23), птахівництво 2 481 200 голів (11), рибництво 43 638 голів (89), кролівництво 4010 голів (2) та бджільництво 9382 бджолині сім'ї (38). За ведення тривалих бойових дій відсутня інформація про племінних тварин низки областей, а саме АР Крим, Луганської, Донецької, Херсонської і частково Запорізької. Найбільш чисельними, щодо племінної частини тваринництва залишаються Волинська (47 855 гол.), Київська (47 716 гол.), Полтавська (48 731 гол.) та Черкаська (47 838 гол.) області. Основними центрами, де сконцентровано молочну худобу є – Черкаська, Хмельницька, Полтавська області, свинарство – Львівська, Тернопільська області, м'ясне скотарство – Волинська, Чернігівська, Київська області, конярство – Харківська, кролівництво лише у Черкаській області, птахівництво – Київська, Черкаська, рибництво – Одеська, Харківська, Київська, бджільництво – Закарпатська, Івано-Франківська. Дослідженнями встановлено, що для більшості галузей тваринництва (молочне скотарство, свинарство, вівчарство, конярство, кролівництво, птахівництво, рибництво) характерно розміщення основного масиву племінних тварин, птахів і видів риб у зоні Лісостепу, тоді як м'ясне скотарство та бджільництво залишається за Поліссям. Тваринництво Степу України загалом і підконтрольної частини зокрема залишається невизначеною, оскільки території тимчасово не підконтрольні.

Ключові слова: *галузі тваринництва, підконтрольна (племінна) частина, самки, самці, селекційні ознаки, регіони, природо-кліматичні зони.*

Pochukalin A. Ye. Monitoring of the controlled segment of livestock production under conditions of prolonged martial law

Continuous monitoring is used to identify changes in the breed and species structure of various livestock sectors. This, in turn, makes it possible to systematically assess agricultural animal populations in terms of size and the development of economically valuable traits. The aim of the study was to determine the size of the controlled segment of livestock production and to monitor this indicator across regions under conditions of prolonged martial law, as well as to present the range of variability of breeding traits by livestock sectors. In 2024, the controlled (breeding) livestock population in Ukraine amounted to 3,036,045 head (577 statuses), including dairy cattle – 356,230 head (307), beef cattle – 21,677 head (41), pigs – 91,006 head (41), sheep – 27,180 head (25), horses – 1,722 head (23), poultry – 2,481,200 head (11), fish farming – 43,638 head (89), rabbit breeding – 4,010 head (2), and beekeeping – 9,382 bee colonies (38).

© Почукалін А. Є., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Due to prolonged hostilities, information on breeding animals is unavailable for several regions, namely the Autonomous Republic of Crimea, Luhansk, Donetsk, Kherson, and partially Zaporizhzhia regions. The regions with the largest breeding livestock populations remain Volyn (47,855 head), Kyiv (47,716 head), Poltava (48,731 head), and Cherkasy (47,838 head) regions. The main centers of dairy cattle production are Cherkasy, Khmelnytskyi, and Poltava regions; pig production – Lviv and Ternopil regions; beef cattle – Volyn, Chernihiv, and Kyiv regions; horse breeding – Kharkiv region; rabbit breeding – exclusively Cherkasy region; poultry farming – Kyiv and Cherkasy regions; fish farming – Odesa, Kharkiv, and Kyiv regions; and beekeeping – Zakarpattia and Ivano-Frankivsk regions. The study established that for most livestock sectors (dairy cattle, pig breeding, sheep breeding, horse breeding, rabbit breeding, poultry farming, and fish farming), the main concentration of breeding animals, poultry, and fish species is located within the Forest-Steppe zone, whereas beef cattle breeding and beekeeping are predominantly concentrated in the Polissia zone. Livestock production in the Steppe zone of Ukraine, both in general and its controlled segment in particular, remains uncertain due to the temporary lack of territorial control.

Key words: *livestock sectors, controlled (breeding) population, females, males, breeding traits, regions, natural and climatic zones.*

Постановка проблеми. Тваринництво України – багатогалузева і функціональна структура, яка постійно змінюється під багатьма факторами, які здебільшого носять економічний та продовольчий характер. Тому, для оцінки стану та проблем галузей тваринництва, пошуку напрямків удосконалення та встановлення цільових параметрів розвитку, постійно проводиться моніторинг. Не менш важливою складовою тваринництва є її підконтрольна частина, яка слугує основним матеріалом удосконалення господарськи-корисних ознак порід сільськогосподарських тварин та видів. Тому моніторинг підконтрольної частини різних галузей тваринництва, вирішує комплекс заходів, де першочерговими залишається розмір популяцій та рівень продуктивності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Моніторинг стану галузей тваринництва до і під час воєнних дій залишається актуальним. Інформаційні та літературні дані свідчать про помірне скорочення поголів'я окремих галузей тваринництва до повномасштабного вторгнення і його катастрофічне зниження, після. Слід відмітити, що особливо актуальним залишається питання розміру популяції на тимчасово непідконтрольних територій, або прикордонних з росією. Так, у племінному свинарстві ліквідовано генофонд української степової білої та української степової рябої порід свиней, оскільки їх утримували лише в господарстві Херсонської області. Крім того, відмічено скорочення основних свиноматок на 23 %. У 2014 році Україна втратила 300 тисяч овець у зв'язку з анексією АР Крим. Повномасштабне вторгнення країни агресора – і ще зменшення на 85 тис. овець за рік. Племінне вівчарство зазнало також втрати генофонду цигайської породи. Під російською окупацією залишилось чотири кінних заводи, де утримувались 499 коней української верхової, новоолександрівської ваговозної, чистокровної верхової, орловської рисистої та створюваної української верхової порід. Скорочується і поголів'я кролів. Лише за один рік з 2023 до 2024 роки відбулось скорочення чисельності кролів на 2,3 %. [1, с. 15; 2, с. 78; 3, с. 102; 4, с. 255].

Дещо інша ситуація у рибництві, де спостерігається збільшення загального обсягу виробництва аквакультури на 22 % у 2024 році порівняно з 2023 роком. До того ж, відмічено збільшення племінного поголів'я корів молочних та молочно-м'ясних корів на 7,8 % у 2023 році порівняно з 2021 роком. Крім того, за аналогічний період відбулось збільшення племінних корів м'ясного напряму продуктивності на 18,2 % [2, с. 77; 6, с. 66].

Постановка завдання. За допомогою Державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві встановити загальне підконтрольне поголів'я, у тому числі за галузями тваринництва. Для об'єктивної оцінки проаналізувати чисельність племінних тварин, птиці та видів риб за регіонами та природо-кліматичними зонами України. Крім того, подані межі мінливості основних селекційних ознак за 2024 рік.

Вклад основного матеріалу дослідження. Загальне підконтрольне поголів'я тваринництва України у 2024 році становить 3 036 045 голів, яке розміщене у 577 суб'єктах племінної справи (табл. 1). Частка галузей тваринництва у загальній структурі нерівномірна, з найбільшою у птахівництві (81,7 %) та молочному скотарстві (11,7 %) і мінімальним значенням у кролівництві, конярстві (0,1 %) та бджільництві (наявність бджолиних сімей) 0,3 %.

Наявна популяція племінних птахів і бджолиних маток зосереджено у 11 птахорепродукторах та 38 суб'єктах з бджільництва (2 племінних заводах, 14 бджолорозплідниках, 22 племінних пасіках) відповідно. Інші галузі тваринництва молочне (Мо) та м'ясне (Мя) скотарство, свинарство (Св), вівчарство (Вів), конярство (Кон), кролівництво та рибництво (Риб) мають 545 463 тварин та видів риб. Частка самців у середньому становить 5,6 % з крайніми значеннями у свинарстві (0,3 %) та рибництві (66,4 %), а самок відповідно 38,3 % з крайніми значеннями у свинарстві (11,3 %) та вівчарстві (63,6 %). Щодо наявності племінних статусів, то найчисельнішою є галузь молочного скотарства (53,2 %), рибництва (15,4 %), м'ясного скотарства та свинарства (7,1 %). Менше 2 % займає кролівництво (0,3 %) та птахівництво (1,9 %).

Таблиця 1

Підконтрольне поголів'я за галузями тваринництва

Галузь	Статус	Усього:	у тому числі:	
			самців	самок
Молочне скотарство	307	356 230	–	156 110
М'ясне скотарство	41	21 677	218	9130
Свинарство	41	91 006	291	10 285
Вівчарство	25	27 180	704	17 297
Конярство	23	1722	54	664
Птахівництво	11	2 481 200	–	–
Рибництво	89	43 638	28 991	14 646
Кролівництво	2	4010	140	1045
Бджільництво	38	9382	–	–

Наразі в Україні продовжено військовий стан. Його тривалість нерозривно пов'язана зі станом тваринництва, а особливо її підконтрольної (племінної частини). Бойові дії на території східної частини України призвели до скорочення поголів'я усіх галузей тваринництва, особливо великої рогатої худоби, свиней, овець та кіз [5]. Станом на 2024 рік племінне поголів'я відсутнє у АР Крим, Луганській, Донецькій, Херсонській та Запорізькій (за винятком конярства, де діє кінний завод у якому утримуються 132 гол., у тому числі 38 конематок).

Основними регіонами, де сконцентровано підконтрольну частину тваринництва залишаються Волинська (47 855 гол.), Київська (47 716 гол.), Полтавська

(48 731 гол.) та Черкаська (47 838 гол.) області (рис. 1). Понад 30 тисяч племінних тварин … для Вінницької, Львівської та Чернігівської областей. Менше 10 тисяч голів мають 4 області, а саме Закарпатська (1793 гол.), Запорізька, Івано-Франківська (2480 гол.) та Чернівецька (8350 гол.).

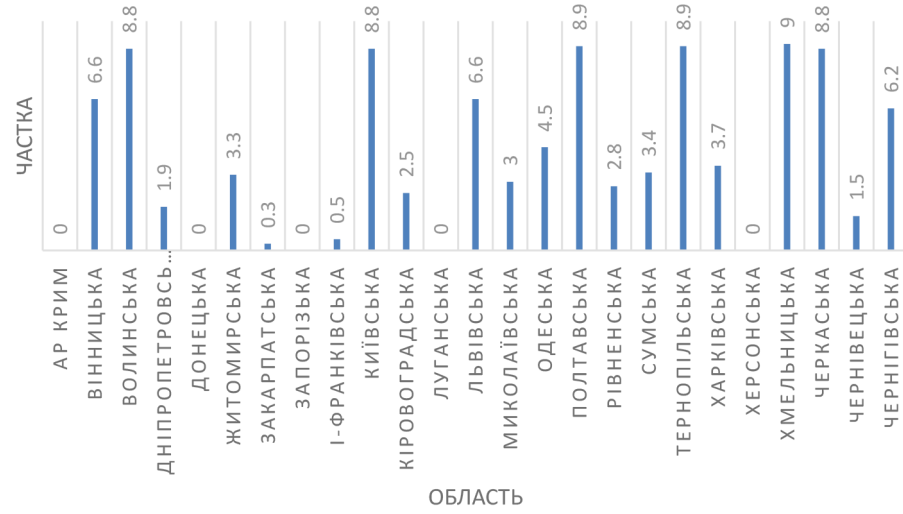


Рис. 1. Частка племінних тварин та видів риб за регіонами України

Також, слід відмітити регіони прикордоння з країною агресора, а саме Харківщину, Чернігівщину та Сумщину. У Харківській області зосереджено племінне поголів'я молочної худоби (10 533 гол.), конярства (256 гол.) та рибництва (9300 гол.). У Сумській області – племінні господарства молочного скотарства (17 499 гол.), свинарства (817 гол.), конярства (53 гол.), рибництва (300 гол.) та 820 бджолиних сімей. Підконтрольне поголів'я Чернігівської області представлене молочним (27 634 гол.) і м'ясним (3607 гол.) скотарством, конярством (225 гол.) та рибництвом (2292 гол.).

Найбільш поширена в Україні галузь молочного скотарства, а її підконтрольне поголів'я сконцентроване у 20 областях (табл. 2), де найбільш чисельними, слід відмітити, Черкаську (39 573 гол.), Хмельницьку (34 654 гол.), Полтавську (33 338 гол.), Волинську (33 045 гол.) та Київську (32 766 гол.). Далі йде племінне свинарство з 15 областями та основними центрами у Львівській (28 760 гол.) та Тернопільській (21 503 гол.) областях. Для Волинської, Чернігівської та Київської областей характерно розміщення племінних ресурсів м'ясного скотарства. Конярство України сконцентроване у 12 областях за невисокої чисельності з коливаннями від 256 голів у Харківській до 72 голів у Львівській.

Підконтрольне поголів'я кролів зосереджено лише у Черкаській області. Племінне птахівництво має господарства п'яти областей, де основними, слід виділити Київську (1 742 700 гол.) та Черкаську (570 500 гол.). Селекцією різних видів риб займаються суб'єкти 12 регіонів України. Найчисельнішими, виділено Одеську (9733 гол.), Харківську (9300 гол.) та Київську (9188 гол.), а незначна їх кількість у Вінницькій (273 гол.), Сумській (300 гол.) та Чернівецькій (0,9 %). Удосконаленням продуктивних ознак бджільництва займаються племінні суб'єкти Закарпатської (4603 бджолині матки) та Івано-Франківської (1192 матки) областей з найменшим їх зосередженням у Рівненській, Львівській та Чернівецькій.

Таблиця 2

Підконтрольне поголів'я у регіонах України. %

Область*	Галузь тваринництва						
	Мо	Мя	Св	Вів	Кон	Бдж	Риб
АР Крим	Тривають бойові дії						
Вн	8,54	–	5,79	–	–	–	0,6
Вл	9,28	36,70	0,86	0,61	–	–	13,5
Днп	2,58	4,86	–	–	8,54	–	–
Днц	Тривають бойові дії						
Жт	4,80	0,65	–	3,16	–	3,20	–
Зк	0,03	–	0,80	3,49	–	49,06	–
Зп	Тривають бойові дії						
ІФ	0,42	2,30	0,21	1,06	–	12,71	–
Кв	9,20	21,95	0,82	0,37	8,94	8,97	21,1
Крв	2,40	–	5,31	–	10,10	–	–
Лг	Тривають бойові дії						
Ль	1,16	1,52	31,60	0,37	4,18	1,60	6,2
Мк	3,46	–	4,42	–	–	–	–
Од	1,14	5,36	5,67	17,05	2,73	–	22,3
Пл	9,36	1,83	12,71	12,20	6,79	9,06	–
Рв	3,56	2,50	–	4,08	–	0,43	2,4
См	4,91	–	0,90	–	3,08	8,74	0,7
Тр	7,12	–	23,63	5,35	10,22	–	–
Хрк	2,96	–	–	–	14,87	–	21,3
Хрс	Тривають бойові дії						
Хм	9,73	0,78	1,50	44,77	–	4,64	1,1
Чрк	11,11	3,35	1,55	–	6,39	–	4,6
Чрв	0,48	1,58	4,22	7,48	–	1,60	0,9
Чрг	7,76	16,64	–	–	13,07	–	5,3

* – Скорочення областей наведено згідно Наказу «Про затвердження Правил написання українських географічних назв на картах та в інших виданнях».

Також, слід відмітити райони областей у яких розміщене підконтрольне поголів'я тваринництва України. Встановлено, що зі 136 діючих районів лише 88 районів (65 %) мають суб'єктів з племінної справи. Крім того у 9 областях заді-яні усі наявні райони. У 35 районах чотирьох областей та АР Крим не зареєстровані суб'єкти з племінної справи у зв'язку з продовженням бойових дій. Серед найчисельних районів (рис. 2) слід відмітити Луцький, Бориспільський, Полтавський та Черкаський, де враховано загальну кількість племінних тварин разом з птахівництвом.

Також є відмінності районів за розміщенням поголів'я різних галузей тварин-ництва. Лише одну галузь тваринництва використовують у 41 районі (47 %), дві – 20 районів (23 %), три – 13 районів (15 %), чотири – 8 районів (9 %), пять – 3 райони (Полтавський (Пл), Хмельницький (Хм), Черкаський (Чрк) та шість у 3 районах

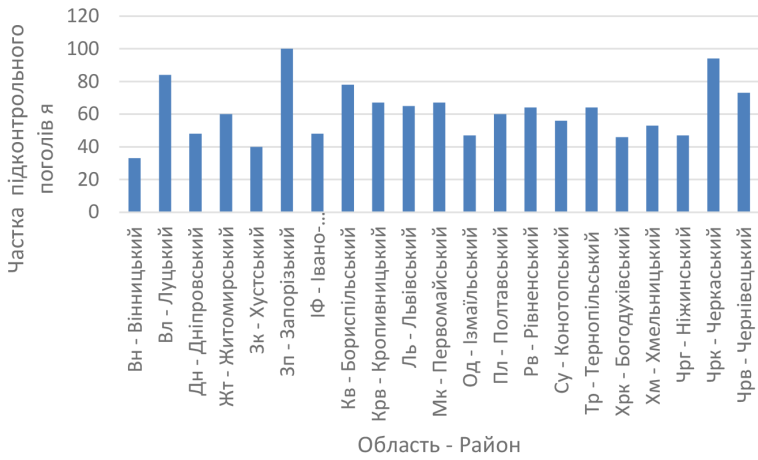


Рис. 2. Найбільша частка підконтрольного поголів'я у районах України

(Білоцерківський (Мо, Бдж, Кон, Птах, Риб, Св) Київської, Львівський (Мо, Мя, Св, Вів, Риб, Кон) Львівської та Чернівецький (Мо, Мя, Св, Вів, Бдж, Риб) Чернівецької областей.

Основними центрами з розміщення підконтрольного поголів'я молочного скотарства є Хмельницький район (23 743 гол.) Хмельницької, Луцький район (19 607 гол.) Волинської та Білоцерківський район (12 123 гол.) Київської, а м'ясного скотарства – Камінь-Каширський (4846 гол.), Ковельський (3110 гол.) райони Волинської, Бориспільський район (4640 гол.) Київської та Ніжинський район (3472 гол.) Чернігівської областей. Найбільша кількість племінних свиней розміщена у Тернопільському районі (21 503 гол.) Тернопільської та Львівському районі (21 079 гол.) Львівської областей, а овець – Шепетівському районі (11 909 гол.) Хмельницької області. Племінне поголів'я коней найбільше у Корюківському районі (225 гол.) Чернігівської та Запорізькому районі (191 гол.) Запорізької областей. Мукачівський та Хустський райони мають найбільше племінних бджолиних сімей, які становлять відповідно 1723 та 1750. Підконтрольна частина кролівництва зосереджена лише в Уманському районі Черкаської області. Щодо галузей птахівництва та рибництва, то найбільша чисельність їх племінної частини розміщена у Бориспільському районі (1384200 гол.) Київської та Богодухівському районі (9300 гол.) Харківської області відповідно.

Також залишається актуальним питання розміщення підконтрольної частини різних галузей тваринництва у природньо-кліматичних зонах України. Встановлено, що для більшості галузей тваринництва (молочне скотарство, свинарство, вівчарство, конярство, кролівництво, птахівництво, рибництво) характерно розміщення основного масиву племінних тварин, птахів і видів риб у зоні Лісостепу (рис. 2). Найбільшими зонами, де розміщене племінне м'ясне скотарство та бджільництво залишається Полісся. Тваринництво Степу України загалом і підконтрольної частини зокрема є наразі невизначеним, оскільки території залишається тимчасово не підконтрольними.

За досліджуваними селекційними ознаками різних галузей тваринництва відмічено високий рівень мінливості (табл. 4). Надій, як основна селекційна ознака у молочному скотарстві має широкий діапазон значення. Слід відмітити, що 67 племінних господарств мають середній рівень надою понад 10 т на корову,

Таблиця 3

Розміщення галузей тваринництва у природно-кліматичних зонах України

Галузь тваринництва	Природно-кліматичні зони (гол.; %):		
	Полісся	Лісостеп	Степ
Молочне скотарство	96 209; 27,0	225 874; 63,4	34 147; 9,6
М'ясне скотарство	13071; 60,3	6391; 29,5	2215; 10,2
Свинарство	30 472; 33,5	46 515; 51,1	14 019; 15,4
Вівчарство	3474; 12,8	19 072; 70,2	4634; 17,0
Конярство	297; 28,3	866; 50,3	559; 32,5
Кролівництво	–	4010; 100	–
Бджільництво	6285; 67,0	3097; 33,0	–
Птахівництво	121 800; 4,9	2 359 400; 95,1	–
Рибництво	11 929; 27,3	21 976; 50,4	9733; 22,3

Таблиця 4

Мінливість селекційних ознак за галузями тваринництва

Галузь тваринництва	Селекційна ознака	Lim (Max … Min)
Молочне скотарство	Середній надій за даними річного звіту, кг	3140 … 14 044
М'ясне скотарство	Середньодобовий приріст молодняку на підсисанні, г	670 … 1213
	Середньодобовий приріст молодняку на вирощуванні, г	500 … 1696
Свинарство	Середньодобовий приріст ремонтного молодняку, г	437 … 861
Вівчарство	Середній настриг вовни у митому волокні баранів, кг	0,9 … 6,6
	Середній настриг вовни у митому волокні маток, кг	0,9 … 3,5
Конярство	Вихід лошат на 100 конематок	22 … 90
Птахівництво	Середня несучість однієї несучки, шт	20* … 330
Кролівництво	Вихід молодняку від основної самки за окріл	7,8 … 8
	Вихід молодняку від основної самки за рік	54 … 59
Рибництво	Середній приріст маси тіла за сезон самок, кг	0,2 … 3,5
	Середній приріст маси тіла за сезон самців, кг	0,1 … 3,1
Бджільництво	Одержано меду на бджолину сім'ю за рік, валового, кг	15 … 115
	Одержано меду на бджолину сім'ю за рік, товарного, кг	1,5 … 85

* – показник несучості по стаду з розведення страусів

з них 11 стад понад 12 т. Однак, за високих показників надою 33 суб'єкти мають середній надій до 6 т.

У м'ясному скотарстві та свинарстві основною селекційною ознакою вважається середньодобовий приріст. Встановлено, що середньодобовий приріст молодняку м'ясної худоби на підсисанні понад 1 кг мають 18 господарств, у той час на вирощуванні молодняку цей показник отриманий у 23 стадах. У свинарстві, середньодобовий приріст живої маси ремонтного молодняку понад 0,5 кг зафіксовано у 30 стадах. Більш сталими значеннями селекційних ознак характерні для кролівництва.

Висновки. Тривалий військовий час не міг не позначитися на розміру підконтрольної частини тваринництва України. Загальне поголів'я у 2024 році становило 3 036 045 голів, у тому числі 9382 бджолині сім'ї та 43 638 голів різних видів риб. Основними центрами, де сконцентровано підконтрольну частину тваринництва серед областей залишаються Волинська, Київська та Полтавська, а серед районів Луцький, Бориспільський, Полтавський та Черкаський. Основний масив молочного скотарства, свинарства, вівчарства, конярства, кролівництва, птахівництва, рибництва розміщений у зоні Лісостепу, а м'ясного скотарства та бджільництва – Полісся. Тваринництво Степу України загалом і підконтрольної частини зокрема є наразі невизначеним, оскільки території залишається тимчасово не підконтрольними.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бойко О., Гавриш О., Гончар О. Кролівництво України в умовах військового стану (2022-2024 рр.). *Проблеми і перспективи інноваційного розвитку галузей кролівництва та звірівництва* : матеріали міжнар. наук.-практ. онлайн конф. (4 квітня 2025 р.). Черкаси / НААН, Черкаська дослідна станція біоресурсів. Черкаси, 2025. С. 14–18.
2. Войтенко С. Л., Сидоренко О. В. Генетичні ресурси сільськогосподарських тварин України та вплив на них дії воєнної агресії. *Розведення і генетика тварин*. Київ. 2025. 70. 70–86. DOI:https://doi.org//10.31073/abg.70.05
3. Ільницька Т. Є. Конярство під час війни: проблеми сьогодення та стратегії майбутнього. Збереження локальних порід сільськогосподарських тварин: виклик сучасності на шляху до сталого розвитку та біорізноманіття: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 75-річчю з дня затвердження лебединської породи (Суми, 11 червня 2025 р.). – Суми: СНАУ, 2025. С. 102–103.
4. Кудрик Н. А., Туринський В. М., Цвігун А. Т., Цвігун І. А., Яковчук В. С., Тимофійшин І. І. Деякі аспекти розвитку та сучасний стан вівчарства в областях західного регіону України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2024. Вип. 136. Ч. І. С. 253–265. DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.31
5. Почукалін А. Є. Стан тваринництва України: моніторинг за 2021 рік. Розведення і генетика тварин. 2022. Вип. 64. С. 69–83. DOI: https://doi.org/10.31073/abg.64.07
6. Чех О. О. Сучасний стан водних ресурсів Сумської області. Збереження локальних порід сільськогосподарських тварин: виклик сучасності на шляху до сталого розвитку та біорізноманіття: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 75-річчю з дня затвердження лебединської породи (Суми, 11 червня 2025 р.). – Суми: СНАУ, 2025. С. 66–67.

Дата першого надходження статті до видання: 30.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 619: 616.32: 637
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.36

МЕТАБОЛІЗМ, ТОКСИКОЛОГІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЧНІ ФУНКЦІЇ СЕЛЕНУ В ОРГАНІЗМІ ПТИЦІ

Приліпко Т. М. *– д.с.-г.н., професор,*
завідувач кафедри харчових технологій виробництва
й стандартизації харчової продукції,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0002-8178-207X
Коваль Т. В. *– канд. с.-г. наук, доцент,*
доцент кафедри хімії
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0002-7132-5887

Наведені дані вивчення метаболізму, токсикології та фізіологічні функції селену в організмі птиці. Встановлено, що із організму курей селен переходить до яєць, де концентрується переважно в жовтку. У цілому курячому яйці загальна кількість селену (за оптимального його рівня в раціоні) коливається від 5 до 12 мкг. Підвищення вмісту селену в раціоні несучок призводить до відповідного збільшення його концентрації в компонентах яйця. Затримка в організмі птиці Se^{75}*, введеного per os, значно знижується при збагаченні раціону стабільним селеном; цей ефект не залежить від тривалості дослідної годівлі і від віку птиці. За 120 годин після дачі* Se^{75} *per os з послідом курчат, які раніше отримували селен в раціоні (8 мг/кг), виділялось 83 % введеної дози радіоізотопу, а з послідом курчат контрольної групи – лише 32 % дози. Відповідно змінювалось і відкладення ізотопу в органах. З крові* Se^{75} *надходить в тканини, концентруючись головним чином в печінці, селезінці, підшлунковій залозі, нирках і в меншій кількості в м'язах, головному мозку, кістках. Активність тканин зростає в межах перших 3–6 годин, а потім знижується. У всіх перерахованих тканинах* Se^{75} *виявляється навіть упродовж 30 днів після однократної дачі ізотопу per os. В тканинах селен фіксується в складі протеїнів, що спостерігається при введені як селеніту (селенату), так і селенатаналогів сірковмісних амінокислот. Значна кількість селену фіксується репродуктивними органами птиці, зокрема сім'яниками, що використовується при утворенні сперми і виявляється в сім'яній рідині і протеїнах сперматозоїдів. При будь-якому способі введення* Se^{75} *він виділяється з організму через нирки, легені та шлунково-кишковий тракт, хоч ступінь участі кожного з цих шляхів у виділенні* Se^{75} *залежить від характеру сполуки і способу її введення в організм. При введенні per os селеніту –* Se^{75} *від 20 до 65 %* Se^{75} *виводиться з калом. При парентеральному введенні основна маса* Se^{75} *виділяється із сечею, 5–7 % – з калом (ендогенний селен, який виділяється із жовчю та іншими травними соками), така ж кількість – з видихуваним повітрям у вигляді диметилселеніду. Метаболізм і біологічна дія селену пов'язані з його здатністю включатися до складу понад двох десятків селенозалежних білків, у яких він представлений у формі селенцистеїну. Після надходження в організм органічні (селенометіонін, селенцистеїн) та неорганічні (селеніт, селенат) форми селену зазнають низки відновних перетворень із утворенням селеніду. У сукупності метаболічні процеси за участю селену визначають його фундаментальне значення для антиоксидантного захисту, клітинного гомеостазу та загальної резистентності організму до патологічних чинників.*

Ключові слова: *селен, метаболізм, птиця, амінокислоти, резистентність організм, біокаталізатор.*

© Приліпко Т. М., Коваль Т. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Prylipko T. M., Koval T. V., Metabolism, toxicology and physiological functions of selenium in the bird body

The data of the study of metabolism, toxicology and physiological functions of selenium in the bird's body are presented. It has been established that selenium from the body of chickens moves to eggs, where it is concentrated mainly in the yolk. In a whole chicken egg, the total amount of selenium (at its optimal level in the diet) ranges from 5 to 12 μg. An increase in the content of selenium in the diet of laying hens leads to a corresponding increase in its concentration in egg components. Retention in the body of poultry Se^{75}*, introduced per os, is significantly reduced when the diet is enriched with stable selenium; this effect does not depend on the duration of experimental feeding and on the age of the bird. 120 hours after administration of* Se^{75} *per os with the droppings of chickens that had previously received selenium in the diet (8 mg/kg), 83 % of the administered dose of the radioisotope was released, while only 32 % of the dose was released with the droppings of chickens of the control group. Accordingly, the deposition of the isotope in the organs also changed. From the blood,* Se^{75} *enters the tissues, concentrating mainly in the liver, spleen, pancreas, kidneys, and to a lesser extent in the muscles, brain, and bones. Tissue activity increases within the first 3–6 hours, and then decreases. In all the listed tissues,* Se^{75} *is detected even within 30 days after a single administration of the isotope per os. In tissues, selenium is fixed in the composition of proteins, which is observed when both selenite (selenate) and selenate analogs of sulfur-containing amino acids are introduced. A significant amount of selenium is fixed by the reproductive organs of the bird, in particular the testes, which is used in the formation of sperm and is found in the seminal fluid and sperm proteins.With any method of administration of* Se^{75}*, it is excreted from the body through the kidneys, lungs and gastrointestinal tract, although the degree of participation of each of these routes in the excretion of* Se^{75} *depends on the nature of the compound and the method of its introduction into the body. When selenite-*Se^{75} *is administered per os, from 20 to 65 % of* Se^{75} *is excreted with feces. When administered parenterally, the main mass of* Se^{75} *is excreted with urine, 5–7 % – with feces (endogenous selenium, which is excreted with bile and other digestive juices), the same amount – with exhaled air in the form of dimethyl selenide. The metabolism and biological effects of selenium are related to its ability to be included in more than two dozen selenium-dependent proteins, in which it is present in the form of selencysteine. After entering the body, organic (selenomethionine, selencysteine) and inorganic (selenite, selenate) forms of selenium undergo a series of reduction transformations with the formation of selenide. In total, the metabolic processes involving selenium determine its fundamental importance for antioxidant protection, cellular homeostasis, and the body's general resistance to pathological factors*

Key words: *selenium, metabolism, poultry, amino acids, resist the body, biocatalyst.*

Постановка проблеми. Проблема забезпечення сільськогосподарської птиці необхідними мікроелементами з кожним роком набуває дедалі більшого значення в біології та зоотехнії. Дослідження численних авторів підтверджують, що мікроелементи постійно присутні в організмі тварин, входячи до складу біокаталізаторів із ферментативною, вітамінною або гормональною активністю. Ці біокаталізатори відіграють важливу роль у регуляції обмінних процесів як на рівні організму в цілому, так і на тканинному та молекулярному рівнях [2, с. 33; 11, с. 72; 12, с. 78; 13, с. 83].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні до абсолютно необхідних мікроелементів для птиці відносять цинк, мідь, марганець, йод, молібден і кобальт. Більшість із них містяться в організмі у концентраціях 10^{-3}–10^{-6} %, що дозволяє віднести їх до групи «власне» мікроелементів. Водночас існує інша група – ультрамікроелементи, концентрація яких у тканинах організму становить менше ніж 10^{-6} %. До цієї групи належать кобальт, селен, миш'як, ванадій, нікель, барій, срібло, титан, скандій тощо. Деякі ультрамікроелементи можуть випадково накопичуватися в організмі й не виконувати жодної корисної функції. Інші – вважаються «ймовірно необхідними», а деякі – мають чітко виражену фізіологічну дію. Насамперед це стосується селену [3, с. 65; 5, с. 204].

У надземних частинах рослин вміст селену в кілька разів вищий, ніж у коренях; максимум його накопичення припадає на період цвітіння. У насінні міститься

у 10–15 разів більше селену, ніж у листі. Оскільки селен не є життєво необхідним елементом для рослин, вони в звичайних умовах поглинають його в порівняно невеликих кількостях [6, с. 27; 7, с. 36]. Корми, що зазвичай використовуються для сільськогосподарської птиці (кукурудза, пшениця, соєве борошно, макуха), містять у середньому 0,4–0,8 мг/кг (у межах 0–2,0 мг/кг) селену[9, с. 229].

Селен привертає увагу птахівників, з одного боку, як високотоксичний елемент (його неорганічні сполуки більш отруйні, ніж відповідні сполуки миш'яку, ванадію та молібдену), а з іншого – як елемент, що виконує в надзвичайно малих кількостях певну біологічну роль. Остання проявляється у профілактичному або терапевтичному ефекті добавок селену при деяких «хворобах нестачі». Аналогічні дані були отримані й у дослідах на курчатах. Додавання до основного раціону 10 мг/кг селену (у вигляді K_2SeO_3) збільшувало вміст селену в печінці з 1,0 до 1,6 мг/кг свіжої тканини. У м'язах концентрація селену при цьому не змінювалася [8, с. 150; 10, с. 197].

Результати досліджень. Концентрація селену в організмі птахів становить приблизно 0,02 мг/кг, або 0,000002–0,0000025 % на свіжу масу. Органи та тканини за вмістом селену розташовуються у такому приблизному порядку: селезінка > печінка > кишечник > м'язи > нирки > легені > кістки > серце. Із підвищенням рівня селену в раціоні курей зростає його концентрація в тканинах.

Селен міститься у формених елементах крові (до 70 % від загальної кількості) та в плазмі; у плазмі він переважно зв'язаний з α- і β-глобулінами. У сироватці крові концентрація селену становить 0,02–0,07 мкг/г, у клітинах крові – 0,05–0,18 мкг/г (залежно від рівня селену в раціоні) [12, с. 78].

Таблиця 1

Вміст селену в органах курей при різних рівнях селену в раціоні (1,25; 2,50 і 5,0 мг/кг)*

Органи	Вміст селену		
Печінка	3,1	3,8	7,6
Нирки	0,9	5,7	6,0
Серце	0,25	–	7,6
Селезінка	4,2	13,6	7,0
Легені	1,5	1,0	5,2
Кишківник	2,8	3,3	5,2
М'язи (білі)	2,2	2,6	5,2

* мг/кг свіжої тканини;

** тривалість згодовування селену 5 тижнів.

Із організму курей селен переходить до яєць, де концентрується переважно в жовтку. У цілому курячому яйці загальна кількість селену (за оптимального його рівня в раціоні) коливається від 5 до 12 мкг. Підвищення вмісту селену в раціоні несучок призводить до відповідного збільшення його концентрації в компонентах яйця (таблиця 2).

Адсорбція селену в кишківнику, а відповідно, і ступінь його засвоєння залежать від наступних факторів: розчинності сполуки, у вигляді якої селен надходить в організм; рівня селену в раціоні; співвідношення в раціоні S/Se; наявності компонентів, з якими селен може утворювати важкорозчинні комплекси (наприклад, Fe) [8, с. 151].

Таблиця 2

Вміст селену в яйцях курей залежно від його рівня в раціоні

Рівень в раціоні, в мг/кг	Вміст Se, в мкг	
0,22	1,9	3,14
0,33	2,34	3,46
2,5	30	6,0
5,0	50	100
10,0	70	210

Затримка в організмі птиці Se^{75}, введеного per os, значно знижується при збагаченні раціону стабільним селеном; цей ефект не залежить від тривалості дослідної годівлі і від віку птиці. За 120 годин після дачі Se^{75} per os з послідом курчат, які раніше отримували селен в раціоні (8 мг/кг), виділялось 83 % введеної дози радіоізотопу, а з послідом курчат контрольної групи – лише 32 % дози. Відповідно змінювалось і відкладення ізотопу в органах [2, с. 36].

Можливо, селен, який міститься в зерні, засвоюється не гірше, а навіть краще, ніж селен селеніту. Це підтверджено в дослідах на щурах і курчатах [].Всмоктування введеного per os $Na_2Se^{75}O_3$ проходить в залозистому шлунку, тонкому та товстому відділах кишечника […].

Селен, який всмоктався, надходить в кров. Досліди з використанням Se^{75} показали, що радіоізотоп виявляється в альбуміні, а також в β і γ-фракціях глобуліну плазми (в останніх у зростаючій кількості). Це свідчить про наявність в плазмі двох типів зв'язку селену з протеїном, причому альбумінова фракція виконує функцію транспортування селену. В еритроцитах концентрація Se^{75} наростає упродовж кількох днів (по деяким даним упродовж кількох тижнів), після чого зменшується. Наявність селену в раціоні знижує ретенцію Se^{75} в організмі курчат, але не має впливу на характер розподілу Se^{75} в протеїнових фракціях сироватки [3, с. 68].

З крові Se^{75} надходить в тканини, концентруючись головним чином в печінці, селезінці, підшлунковій залозі, нирках і в меншій кількості в м'язах, головному мозку, кістках [5, с. 207]. Активність тканин зростає в межах перших 3–6 годин, а потім знижується. У всіх перерахованих тканинах Se^{75} виявляється навіть упродовж 30 днів після однократної дачі ізотопу per os [8, с. 152]. В тканинах селен фіксується в складі протеїнів. Це спостерігається при введені як селеніту (селенату), так і селенатаналогів сірковмісних амінокислот. У невеликих еількостях селен включається також в інші сірковмісні сполуки, зокрема в глутатіон, тіамін, біотин.

Здатність тварин створювати «запаси» селену в тканинах лімітована. Коли фізіологічно необхідні запаси перевищують норму, надлишок селену виводиться з організму в короткі строки. Значна кількість селену фіксується репродуктивними органами птиці, зокрема сім'яниками, що використовується при утворенні сперми і виявляється в сім'яній рідині і протеїнах сперматозоїдів (максимальна концентрація в останніх на 16-й день після ін'єкції). При хроматографічному розділенні білків тканини сім'яників максимальна концентрація Se^{75} виявляється у фракції, яка відповідає цистину. Включення Se^{75} в протеїни сперми навіть через 48 днів після введення ізотопу, а також концентрування Se^{75} в репродуктивних органах півнів дозволяють припустити вибіркове утримання селену сім'яниками для утворення сперми, а також існування в організмі обмінного пулу селену [6, с. 183].

Неорганічна S^{35} не затримується довго в організмі, а навантаження раціону сульфідом натрію сприяє виведенню з екскретами S^{35}, але не Se^{75}, що свідчить про різні

метаболічні шляхи неорганічних сполук сірки і селену в організмі. При одночасному внутрішньовенному введені несучкам індикаторних доз Se^{75}-селенометіоніну і S^{35}-метіоніну поведінка обох сполук в організмі ідентична. Увесь Se^{75}, який виявляється у білку яйця, ідентифікується як селенометіонін. Відношення S^{35}/Se^{75} в білку яйця підтримується постійним при всіх процедурах, пов'язаних з очищенням білку та ізоляцією амінокислот. Відмінності спостерігаються лише в тому, що в гідролізаті протеїну присутній S^{35}-метіонін і відсутній Se^{75}-селеноцистеїн [10, с. 200].

При будь-якому способі введення Se^{75} він виділяється з організму через нирки, легені та шлунково-кишковий тракт, хоч ступінь участі кожного з цих шляхів у виділенні Se^{75} залежить від характеру сполуки і способу її введення в організм. При введенні per os селеніту-Se^{75} від 20 до 65 % Se^{75} виводиться з калом. При парентеральному введенні основна маса Se^{75} виділяється із сечею, 5–7 % – з калом (ендогенний селен, який виділяється із жовчю та іншими травними соками), така ж кількість – з видихуваним повітрям у вигляді диметилселеніду.

Зразу після відкриття селену біологи впевнились у його високій токсичності для тварин і людини. В середині XIX ст. в США, а потім в Ірландіїї була вивчена хвороба, яка уражала велику рогату худобу, овець, коней, і отримала назву «лужної» хвороби або «сліпої вертячки» (у гострій формі). Встановлено, що причиною її є дуже високий (до 10–30 мг/кг) вміст селену у кормах[4, 117; 6, с. 35].

При згодовуванні птиці зерна пшениці, яка вирощена на «високоселенових грунтах», кури знижували яйцекладку. Концентрація селену у тканинах і знесених яйцях зростала, виводимість яєць знижувалась, з'являлись ембріональні каліцтва. У молодняку спостерігалась затримка росту, підвищена збудливість, скуйовджене оперення [9, с. 230].

Встановлено, що першим «сигнальним» симптомом селенового отруєння несучок є зниження виводимості яєць, яке спостерігається при вмісті в раціоні селену в кількості 5 мг/кг. Доза 10 мг/кг знижувала виводимість до нуля. Однак це дозування не впливало на споживання корму курями, яйценосність та запліднюваність яєць [10, с. 201].

Наявність сублетальних доз селену в яйці (при введенні селену в корм несучок або ін'єкції його в жовтковий мішок) викликає гальмування клітинного поділу в метафазі. Порушується нормальна білатеральна симетрія розвитку, спостерігаються ненормальності розвитку на одній стороні ембріону. Набряк тканин, жорсткий пух, деформація дзьоба – характерні ознаки селенового отруєння ембріонів [9, 230]. Гістологічні дослідження ембріонів на ранніх стадіях розвитку показали наявність некрозу м'язів, мозку, мезенхіми нирок, кінцівок та інших ділянок, які ймовірно відповідають за каліцтва, що спостерігаються у ембріонів більш старшого віку.

Питання симптомів селенової недостатності у птиці більш складне, ніж питання про вплив надлишку селену. Докази біотичної ролі селену базуються на позитивному ефекті селенових добавок при хворобах недостачі (ексудативний діатез, м'язова дистрофія), які викликані іншими факторами, зокрема дефіцитом вітаміну Е [6, с. 35].

Було встановлено [8, с. 152], що мізерна кількість селену у вигляді Na_2SeO_3 або органічних сполук попереджує або лікує ексудативний діатез у курчат і що селен є в цьому випадку більш ефективним засобом, ніж вітамін Е (таблиця 3).

М'язова дистрофія курчат – хвороба, ознаками якої є затримка росту, слабкість, виникнення білої посмугованості м'язів («хвороба білого м'язу»). Обов'язковою умовою виникнення захворювання є недостача в раціоні вітаміну Е, селену і сірковмісних амінокислот – метіоніну, цистину. Надлишок аргініну в раціоні може

відіграти ту ж роль, що і недостача метіоніну. Хвороба, на відміну від ексудативного діатезу, може виникати при повній відсутності в раціоні жиру.

Таблиця 3

Роль вітаміну Е і селену у попередженні ексудативного діатезу і м'язової дистрофії у курчат

Склад раціону	Частота прояву хвороби, %	
	ексудативний діатез	м'язова дистрофія
Основний раціон:	100	80
+ 2,5 мг вітаміну Е ацетату/кг	60	100
+ 5 мг вітаміну Е ацетату/кг	0	100
+ 10 мг вітаміну Е ацетату/кг	0	30
+ 20 мг вітаміну Е ацетату/кг	0	0
+ 0,1 мг селену/кг	0	95
+ 0,1 мг селену + 2,5 мг вітаміну Е	0	75
+ 0,1 мг селену + 5,0 мг вітаміну Е	0	64
+ 0,1 мг селену + 10 мг вітаміну Е	0	0
+ 1,0 мг селену/кг	0	47
+ 1,0 мг селену + 2,5 мг вітаміну Е	0	5
+ 1,0 мг селену + 5 мг вітаміну Е	0	0

Енцефаломаляція курчат – дегенеративне ураження мозку у молодняку птиці, найчастіше пов'язане з дефіцитом вітаміну Е та оксидативним стресом. Хвороба проявляється порушеннями координації, тремтінням, слабкістю та характерними змінами мозкової тканини.

Метаболізм і біологічна дія селену пов'язані з його здатністю включатися до складу понад двох десятків селенозалежних білків, у яких він представлений у формі селенцистеїну. Після надходження в організм органічні (селенометіонін, селенцистеїн) та неорганічні (селеніт, селенат) форми селену зазнають низки відновних перетворень із утворенням селеніду. Селенід слугує універсальним субстратом для синтезу селенофосфату, необхідного для специфічного вбудовування селенцистеїну в селенопротеїни під час трансляції, що є строго регульованим та залежить від наявності спеціальної структурної ділянки – SECIS-елемента – у матричній РНК відповідних білків. У сукупності метаболічні процеси за участю селену визначають його фундаментальне значення для антиоксидантного захисту, клітинного гомеостазу та загальної резистентності організму до патологічних чинників.

Більшість регіонів України належать до селенодефіцитних зон. Зернові культури (пшениця, кукурудза, ячмінь), які є основою раціонів птиці, часто містять менше біологічно доступного селену, ніж потрібно для оптимального обміну речовин, що робить питання додаткового введення селену в раціони практично необхідним.

Висновок. Тема значення селену в годівлі сільськогосподарської птиці є актуальною у зв'язку з поширеним дефіцитом цього елементу в кормах, його ключовою роллю в антиоксидантному захисті, імунітеті, репродуктивній функції птиці та необхідністю отримання безпечної й біологічно цінної продукції птахівництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Копко І. Є. Інтенсивність всмоктування селеніту і селенату натрію у різних відділах шлунково-кишкового тракту курей. *Біологічні основи живлення с.-г. тварин: тези доповідей міжнар. наук. конф*. Львів, 1998. С. 56.

2. Захарчук П. Б Гематологічні показники бичків симентальської породи на відгодівлі за різних селеновмісних добавок в раціоні. *International academy journal Web of Scholar*. Warsaw, 2018. Vol. 4. P. 33–37. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/12062018/5771

3. Захарчук П. Б. Вплив різних селеновмісних добавок у раціоні на продуктивність, перетравність, обмін азоту та мінеральних елементів в організмі бугайців. *Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин НААН*. Львів, 2018. Вип. 2. С. 65–72.

4. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві : навчальний посібник. За ред. Ібатулліна І. І., Жукорського О. М. Київ : Аграр. наука, 2017. 328 с.

5. Приліпко Т. М., Захарчук П. Б., Косташ В. Б., Шулько О. П. Перетравність поживних речовин за використання різних селеновмісних добавок в раціоні бичків. *Науковий вісник ЛНУ вет.мед. і біотехнлогій ім. Гжицького. Серія «Сільськогосподарські науки»*. Львів, 2016. Т. 18 № 2(67). С. 204–208.

6. Приліпко Т. М. Експериментальне обгрунтування доз селену в раціонах молочної худоби: дис. докт. с.-г. наук. Харків : ІТ УААН, 2006. 356 с.

7. Приліпко Т. М., Захарчук П. Б., Вміст селену в кормах раціонів молочної худоби зони Поділля України «International Trends in Science and Technology»October 17, 2017 Warsaw, Poland on the topic

8. Ніщеменко М. П., Омельчук О. В., Хом'як О. А., Ємельяненко А. А., Довбиш В. В. The laying hens photolyticenzy me digestive organs activity under the selenium, zinc, and vitamin A nanoacvachelates influence. *UniversumView17*: *тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції*. Вінниця, 2019. С. 150–152.

9. Приліпко Т. М., Ткачук В.П., Косташ В. Б., Продуктивні та забійні показники курчат-бройлерів кросу за включення до раціону препаратів імуно-коригувальної та біоцидної дії. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон. Видавничий дім «Гельветика». 2023. Вип.129. С. 229–233. DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.29

10. Хомин М. М., Федорук Р. С., Рівіс Й. Ф., Цап М. М. Жирнокислотний склад загальних ліпідів крові корів за згодовування хелатних і мінеральних сполук селену, йоду, кобальту та хрому у перші місяці лактації. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин НААН та ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*, 2010. Вип. 11, № 2–3. С. 197–201.

11. Prylipko T. M., Kostash V. B., Pidlisnyj V. V., Semenov A. M. Improvement of methods of identification of meat types. *The International Scientific Periodical Journal «Modern engineering and innovative technologies»* Karlsruhe, Germany Issue. № 26. Part 1. April 2023. P. 72–77

12. Prylipko T. M., Koval T. V. Method of operational quality control of meat raw materials and meat products. *The International Scientific Periodical Journal «Modern engineering and innovative technologies»* Karlsruhe, Germany Issue. № 26. Part 1. April 2023. P. 78–83.

13. Tetiana Prylipko, Volodymyr Kostash, Viktor Fedoriv, Svitlana Lishchuk, Volodymyr Tkachuk. (2021). Control and Identification of Food Products Under EC Regulations and Standards. International Journal of Agricultural Extension. Special Issue (02). P. 83–91.

Дата першого надходження статті до видання: 28.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 639.511:595.384.1(477)
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.37

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ АВСТРАЛІЙСЬКОГО ЧЕРВОНОКЛЕШНЕВОГО РАКА (*CHERAX QUADRICARINATUS*) В УКРАЇНІ

Слюсар М. В. *– к.с-г.н., доцент,*
доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи,
Житомирський державний університет імені Івана Франка
orcid.org/0000-0003-1501-4168
Мамченко В. Ю. *– к.с-г.н., доцент,*
доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи,
Житомирський державний університет імені Івана Франка
orcid.org/0000-0002-7208-6363
Іщук О. В. *– к.с-г.н., доцент,*
доцент кафедри екології та географії,
Житомирський державний університет імені Івана Франка
orcid.org/0000-0002-8993-8366
Ковальчук І. І. *– к.вет.н.,*
доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи,
Житомирський державний університет імені Івана Франка
orcid.org/0000-0002-2421-7533
Світельський М. М. *– к.с-г.н., доцент,*
доцент кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття,
Поліський національний університет
orcid.org/0000-0003-1501-4168

Австралійський червоноклешневий рак (Cherax quadricarinatus) розглядається як перспективний об'єкт для розвитку аквакультури в Україні, особливо у регіонах з помірним кліматом, завдяки своїй адаптивності до рециркуляційних систем водопостачання та високим показникам рентабельності. Стаття містить комплексний науково-обґрунтований аналіз біологічних характеристик виду, включаючи морфологічні особливості, термін життя (10–15 років), репродуктивний потенціал (100–700 личинок за цикл розведення) та адаптивні можливості до контрольованого середовища.

Детально розглянуто технологію його вирощування в рециркуляційних системах водопостачання (УЗВ), структуру та функціональні компоненти систем, а також оптимальні параметри водного середовища, включаючи температурний режим (25–28 °C), pH (7,0–7,5), концентрацію розчиненого кисню (>6,0 мг/л), вміст аміаку (<0,2 мг/л) та інші показники якості води.

Розраховані показники щільності посадки для різних вікових груп (від 200–1000 екз/м^2 для личинок до 10–50 екз/м^2 для товарних особин) та розроблені рекомендації щодо методів управління поголів'ям та систем годівлі з урахуванням харчових вимог на різних етапах розвитку (білки 30–50 %, жири 4–12 %, залежно від розміру гранули 0,5–5 мм).

Висвітлено основні виклики адаптації міжнародних технологій до локальних умов України, включаючи оптимізацію енергетичних витрат у холодні місяці, розвиток вітчизняної кормовиробничої бази та підготовку кваліфікованих фахівців. Розроблені практичні рекомендації та дорожна карта для початку цієї діяльності для малих та середніх підприємців, включаючи вибір місцезнаходження, проектування УЗВ, закупівлю обладнання

© Слюсар М. В., Мамченко В. Ю., Іщук О. В., Ковальчук І. І., Світельський М. М., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

та посадкового матеріалу, налагодження систем контролю якості та розвиток маркетингових стратегій.

Статтю призначено для науковців, фахівців аквакультури, агробізнесменів, інвесторів та здобувачів вищої освіти спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура», які прагнуть розвивати інноваційні напрями аквакультури в Україні.

Ключові слова: *австралійський червоноклешневий рак, Cherax quadricarinatus, аквакультура, рециркуляційні системи водопостачання (УЗВ), вирощування раків, якість води, контроль параметрів, економічна ефективність, техніко-економічне обґрунтування, рентабельність, Україна, технологія культивування, ринкові можливості, сертифікація, стандарти якості.*

Slyusar M. V., Mamchenko V. Yu., Kovalchuk I. I., Svitelskyi M. M., Ishchuk O. V. Technology of cultivation of the australian red-claw crayfish (cherax quadricarinatus) in Ukraine

The Australian red-claw crayfish (Cherax quadricarinatus) is considered a promising aquaculture object for developing freshwater aquaculture in Ukraine, particularly in regions with temperate climate, due to its adaptability to recirculating aquaculture systems (RAS) and high profitability indicators. The article provides a comprehensive and scientifically substantiated analysis of the species' biological characteristics, including morphological features, lifespan (10–15 years), reproductive potential (100–700 larvae per breeding cycle), and adaptive capacity to controlled environments.

The technology of its cultivation in recirculating aquaculture systems (RAS) is discussed in detail, including system structure and functional components, as well as optimal water environment parameters such as temperature range (25–28 °C), pH (7.0–7.5), dissolved oxygen concentration (>6.0 mg/L), ammonia content (<0.2 mg/L), and other water quality indicators.

Stocking density recommendations for various age groups are calculated (from 200–1000 ind./m^2 for larvae to 10–50 ind./m^2 for market-size individuals), and guidelines are developed for herd management methods and feeding systems considering nutritional requirements at different development stages (proteins 30–50 %, lipids 4–12 %, depending on pellet size 0.5–5 mm).

Major challenges in adapting international technologies to local Ukrainian conditions are highlighted, including optimization of energy costs during cold months, development of domestic feed production base, and training of qualified specialists. Practical recommendations and a roadmap for starting this activity for small and medium-sized entrepreneurs are developed, including site selection, RAS design, equipment and seedstock procurement, establishment of quality control systems, and development of marketing strategies.

The article is intended for scientists, aquaculture specialists, agribusiness people, investors, and students of the specialty "Aquatic Bioresources and Aquaculture" who seek to develop innovative aquaculture directions in Ukraine.

Key words: *Australian red-claw crayfish, Cherax quadricarinatus, aquaculture, recirculating aquaculture systems (RAS), crayfish cultivation, water quality, parameter control, economic efficiency, technical and economic justification, profitability, Ukraine, cultivation technology, market opportunities, certification, quality standards.*

Актуальність теми дослідження. Світова аквакультура стрімко розвивається як альтернатива традиційній рибній ловлі, особливо у напрямку вирощування нетрадиційних видів водних організмів. За останнє десятиліття значно зріс інтерес до комерційного вирощування раків у закритих системах водопостачання. Австралійський червоноклешневий рак (*Cherax quadricarinatus*) – це перспективний об'єкт для аквакультури в регіонах з помірним та теплим кліматом, включаючи Україну, де це вирощування залишається майже невідомим напрямком [1, с. 45].

На світовому рівні цей вид уже давно культивується в промислових масштабах у країнах Ізраїлю, Іспанії, Франції та Китаю, демонструючи високу рентабельність від 40 % до 160 % залежно від технологічного рівня [2, с. 88]. На відміну від традиційних європейських видів ракоподібних (*Astacus astacus*, *Pontastacus leptodactylus*), австралійський рак значно краще адаптується до рециркуляційних

систем водопостачання (УЗВ), що дозволяє вирощувати його цілий рік незалежно від сезонних коливань температури [3, с. 156].

Україна має значний потенціал для розвитку аквакультури завдяки наявності водних ресурсів, кваліфікованої робочої сили та сприятливого нормативно-правового фреймворку. Однак, незважаючи на високий потенціал, вирощування австралійського рака в Україні залишається недостатньо дослідженим та недостатньо популяризованим напрямком. Існує брак скоординованої інформації щодо оптимальних параметрів вирощування в локальних умовах, ринкових можливостей та законодавчих вимог [4, с. 134].

Біологічні характеристики та екологічні потреби австралійського червоноклешневого рака детально вивчені закордонними дослідниками. Фундаментальні роботи Джонса [5] та Carі та Кохена [6] обґрунтували основні принципи розведення цього виду у контрольованих умовах. Технологічні аспекти вирощування в рециркуляційних системах висвітлені у роботах Нью [7], який запропонував методологію управління УЗВ для ракоподібних.

На українському рівні деякі аспекти аквакультури розглядалися Собком та Козловським [8], однак питання специфіки вирощування австралійського рака залишилися поза межами їхніх досліджень. Економічні аспекти вирощування раків у промислових масштабах аналізувалися Фабріціусом та Ліптоном [9], котрі показали високу рентабельність цього напрямку в європейських умовах.

Вимоги міжнародних стандартів якості продукції встановлені в стандартах ISO 18175-1:2016 [10] та вітчизняному DSTU 8302:2015 [11], що забезпечують дотримання норм для експорту до країн Європейського Союзу. Контроль захворювань та профілактичні заходи висвітлені у роботах Ромеро та Алькаїде [12], а питання рециркуляційних систем детально розглянуті в монографії Тіммонса, Еблінга та Уітона [13].

Постановка проблеми. Незважаючи на значний обсяг закордонної літератури, залишаються невирішеними питання адаптації технологій вирощування австралійського рака до клімату і умов України, зокрема:

1. Оптимізація температурних режимів для умов Житомирської та суміжних областей з урахуванням сезонних коливань.
2. Розроблення рекомендацій щодо стартових інвестицій та операційних витрат для малих та середніх фермерських господарств України.
3. Адаптація міжнародних стандартів якості до вітчизняної законодавчої бази та систем контролю.
4. Практичні рекомендації щодо розвитку ринків збуту продукції в Україні з урахуванням локальних споживчих переваг.

Мета даної статті – надати комплексну науково-обґрунтовану інформацію про технологію вирощування австралійського червоноклешневого рака в Україні, включаючи біологічні характеристики виду, методи культивування в рециркуляційних системах, техніко-економічні показники та рекомендації для практичної реалізації цього напрямку аквакультури.

Завдання дослідження:

1. Аналіз біологічних і морфологічних характеристик австралійського рака та його адаптивного потенціалу.
2. Опис сучасних технологій вирощування в УЗВ та оптимальних параметрів водного середовища.
3. Розроблення техніко-економічної моделі для трьох масштабів виробництва (малі, середні, промислові).

4. Оцінка ринкових можливостей та каналів збуту в Україні.

5. Аналіз законодавчої бази та вимог сертифікації для розвитку цього напрямку.

Методика досліджень. Дослідження ґрунтується на комплексному аналізі літературних джерел, нормативної документації та практичного досвіду вирощування австралійського червоноклешневого рака в промислових системах водопостачання. Методологія дослідження включала систематичний огляд іноземної та вітчизняної наукової літератури, міжнародних стандартів якості, законодавчої бази України та звітів комерційних аквакультурних підприємств. Аналіз охоплював дослідження біологічних характеристик виду на основі робіт Джонса, Сагі та Кохена, технологічні аспекти вирощування в рециркуляційних системах відповідно до методів, запропонованих Нью та Тиммонсом, а також економічну оцінку різних масштабів виробництва на основі даних європейських та ізраїльських виробників. Дослідження включало аналіз параметрів водного середовища, рекомендацій щодо щільності посадки, харчових вимог на різних етапах розвитку та систем управління якістю води.

На другому етапі дослідження проведено адаптацію зібраної інформації до специфічних умов України, зокрема кліматичних особливостей Житомирської та суміжних регіонів з помірним кліматом. Розраховані техніко-економічні показники для трьох масштабів виробництва з урахуванням локальних цін на енергоносії, послуг та реалізацію продукції на вітчизняному ринку. Проведена оцінка доступності посадкового матеріалу та спеціалізованих кормів на території України, аналіз каналів збуту продукції (ресторанна сфера, готельні мережі, роздрібна торгівля) та встановлення рівня попиту на австралійських раків серед закладів харчування. Розроблено практичні рекомендації для малих та середніх підприємців, які містять покроковий алгоритм організації виробництва: від вибору місцезнаходження та проектування рециркуляційної системи до закупівлі обладнання, посадкового матеріалу, налагодження систем контролю якості води та отримання необхідних сертифікацій для експорту до країн Європейського Союзу.

Результати досліджень. Австралійський червоноклешневий рак належить до родини Parastacidae, підсімейству Cheraxinae. Наукова назва виду *Cherax quadricarinatus* походить від латинського “quadri” (чотири) та “carinatus” (гребень), що відображає морфологічну особливість виду – наявність чотирьох поздовжніх гребенів на головогрудці [5, с. 46].

Природний ареал виду охоплює річки північної австралійської території Квінсленду та країни Південно-Східної Азії (Індонезія, В’єтнам), де вид мешкає у теплих водах з температурою 24–28 °С протягом більшої частини року [6, с. 89]. На сьогодні вид успішно акліматизований у багатьох країнах світу, включаючи країни Європи, США, Африки та Південної Америки [2, с. 90].

Найбільші популяції культивуються в Ізраїлі, де налагоджено промислове виробництво з річним обсягом понад 10 000 тонн [2, с. 95]. У Європі вирощування австралійського рака почалося у 1980-х роках у Франції та Іспанії, де були розроблені перші технологічні протоколи. На сьогодні Іспанія є провідним європейським виробником цього виду з річним обсягом понад 2000 тонн [9, с. 221].

Австралійський рак легко розпізнається за темно-синім забарвленням панциря та яскраво-червоним забарвленням клішень, звідки походить його англійська назва “red-claw crayfish” [3, с. 158]. Максимальна довжина дорослої особини становить 25–30 см, а максимальна маса – 350–450 г [5, с. 48]. Товарна маса, при якій

рак придатний до реалізації, становить 80–150 г, що досягається за 12–18 місяців вирощування при оптимальних умовах [7, с. 52].

Період ребіння (лінки) становить 40–60 днів, а сама тривалість лінки (скидання панцирю) займає 2–5 днів [5, с. 49]. Під час лінки рак дуже вразливий до канібалізму з боку інших особин, тому необхідно забезпечити достатню кількість укриттів у вирощувальних резервуарах [6, с. 91].

У самців австралійського рака більш розвинені клішні та вужча черевна область порівняно з самицями. Перша пара плавців (плеопод) у самців модифікована для копуляції, що дозволяє легко розрізнити стать [5, с. 50]. Самиці мають більш широку черевну область, особливо в період вагітності, коли під черевцем розташовуються сотні личинок [6, с. 92].

Потенціальна тривалість життя австралійського рака становить 10–15 років, але у комерційному вирощуванні раки зазвичай утримуються 3–5 років. Період готовності до першого спарювання становить 12–18 місяців залежно від температури та умов утримання [5, с. 51]. Природний сезон розведення припадає на березень–червень (у Південній півкулі це осінь), але у контрольованих умовах УЗВ розведення можна стимулювати протягом всього року [6, с. 93].

Плідність самиці становить 100–700 личинок за один цикл розведення залежно від розміру самиці [7, с. 54]. Вихідність молоді може досягати 95 % при оптимальних умовах, що значно перевищує показники європейських видів раків [2, с. 98].

Рециркуляційна система водопостачання (УЗВ) – це замкнена система, у якій вода циркулює через різні блоки очистки, видаляючи відходи метаболізму організмів та повертаючись у вирощувальні резервуари [7, с. 55]. УЗВ становлять основу сучасної аквакультури в регіонах без доступу до природних водойм або при необхідності точного контролю умов утримання [13, с. 23].

Основні переваги УЗВ для вирощування австралійського рака [7, с. 56]:

- Контроль температури протягом всього року (±0,5 °C при наявності якісного обмінника тепла);
- Економія водних ресурсів на 90 % менше води порівняно з проточними системами;
- Контроль якості води в реальному часі за допомогою сучасних датчиків;
- Незалежність від географічного розташування та кліматичних умов регіону;
- Можливість локалізованого виробництва близько до ринків збуту;
- Сертифікація та контроль якості продукції відповідно до міжнародних стандартів.

УЗВ складається з кількох обов'язкових компонентів, кожен з яких виконує специфічну функцію [13, с. 24]:

1. **Вирощувальні резервуари** – основні ємності для утримання раків, виготовлені з фіберглас, пластику або бетону, обсягом від 0,5 до 50 м^3 залежно від масштабу виробництва.
2. **Механічний фільтр** – відділяє крупні частки органічних відходів (екскременти, залишки корму) за допомогою сітки, поролону або картриджів, що необхідно чистити кожні 1–2 дні.
3. **Біофільтр** – складається з матеріалів великої площі поверхні (керамічні кільця, лава, пена), на яких розташовуються колонії нітрифікуючих бактерій, що окислюють токсичні сполуки аміаку та нітриту [8, с. 142].
4. **Аератор** – забезпечує насичення води киснем за допомогою компресора та дифузорів, критично важливий для виживання раків [13, с. 26].

5. **Обмінник тепла** – підтримує оптимальну температуру води за допомогою пластинчастих або спіральних структур, споживаючи 20–30 % від загального енергоспоживання системи.

6. **УФ-стерилізатор** – знищує патогенні мікроорганізми за допомогою УФ-ламп потужністю 365–400 Вт.

7. **Зливна система** – видаляє накопичені відходи (шлами, неспожитий корм) через дренажні труби ПВХ та фільтруючі мішки.

Залежно від технологічної складності розрізняють три основні типи УЗВ [13, с. 27]:

Система на основі біофільтра (Biofilter System) – найпоширеніша система для вирощування раків. Вода послідовно проходить через механічний фільтр, потім через біофільтр з нітрифікуючими бактеріями. Прості у конструкції та обслуговуванні, але вимагають більшого простору [7, с. 58].

Система на основі ферментаційного фільтра (Bead Filter System) – компактніша система з поліетиленовими бісером як фільтруючим матеріалом. Займає менше місця та легше у обслуговуванні, однак дорожча за ціною [13, с. 28].

Гібридна система (Hybrid System) – комбінація механічного та біологічного фільтрування з додатковими компонентами для видалення розчинених органічних сполук. Найбільш ефективна, але найскладніша у управлінні [13, с. 29].

Австралійський рак вимагає точного дотримання параметрів водного середовища для забезпечення оптимального росту та виживання [6, с. 95]:

Таблиця 1

Оптимальні та допустимі параметри води для австралійського рака

Параметр	Оптимум	Допустима межа	Примітка
Температура (°C)	25–28	20–30	Швидкість росту залежить від температури
pH	7,0–7,5	6,5–8,0	Вплив на харчування та іонний обмін
Розчинений кисень (мг/л)	>6,0	>4,0	Критично важливий для виживання
Аміак (NH_3, мг/л)	<0,2	<0,5	Токсичний навіть у малих дозах
Нітрит (NO_2^-, мг/л)	<0,2	<0,5	Блокує транспорт кисню
Нітрат (NO_3^-, мг/л)	<100	<150	Менш токсичний за аміак
Жорсткість (dH)	5–10	3–15	Необхідна для формування панцирю
Лужність (°dKH)	4–8	2–12	Стабільність pH

Температура води має найбільший вплив на темп росту австралійського рака [5, с. 52]. При 25 °C період вирощування до товарної маси становить 12–18 місяців, при 27 °C – 11–16 місяців, при 28 °C – 10–14 місяців. Дослідження Парнеса та колег [2, с. 99] показали, що навіть невеликі коливання температури ±2 °C впливають на загальну продуктивність системи на 10–15 %.

Оптимальна щільність посадки австралійського рака залежить від розміру особин та наявності укриттів [6, с. 98]:

Таблиця 2

Рекомендована щільність посадки австралійського рака

Розмір рака	Без укриттів (екз/м^2)	З укриттями (екз/м^2)
Личинки до 2 см	200–500	500–1000
Мальок 2–5 см	100–200	200–400
Дорослі 5–10 см	20–50	50–100
Товарні 10+ см	10–20	30–50

Годівля та харчові вимоги

Австралійський рак – всеїдна тварина, але у аквакультурі основу раціону складають штучні гранульовані корми з контрольованим складом [7, с. 62]:

Таблиця 3

Харчові вимоги австралійського рака за етапами розвитку

Етап	Білки (%)	Жири (%)	Розмір гранули (мм)
Личинки	45–50	8–12	0,5–1
Молодь	40–45	6–10	1–2
Юведіли	35–40	5–8	2–3
Дорослі	30–35	4–6	3–5

Вирощування австралійського рака в Україні регулюється такими нормативними документами [11]:

- Закон України «Про рибне господарство» (1994);
- Закон України «Про аквакультуру» (2014);
- DSTU 8302:2015 «Раки м'ясні. Технічні умови»;
- GOST 30178-2015 «Раки тісні. Технічні умови»;
- СанПіН 2.3.2.1078 «Санітарно-гігієнічні вимоги».

Для експорту продукції до країн Європейського Союзу необхідна сертифікація за такими стандартами [10]:

- ISO 18175-1:2016 «Вирощування креветок та раків в рециркуляційних системах»;
- ASC (Aquaculture Stewardship Council) – сертифікація стійкої аквакультури;
- Органічна сертифікація (за вимогами ЄС).

Висновки та перспективи подальших досліджень. На основі проведеного комплексного аналізу можна зробити такі висновки:

1. **Австралійський червоноклешневий рак** є перспективним об'єктом для розвитку аквакультури в Україні, особливо у регіонах з помірним кліматом (Житомирська, Київська, Полтавська, Харківська області).
2. **Рециркуляційні системи водопостачання** дозволяють створити оптимальні умови для вирощування цього виду незалежно від сезону, що робить виробництво передбачуваним та контрольованим.
3. **Технологічна база** вже розроблена та перевірена в інших країнах, що дозволяє швидко адаптувати досвід для українських умов.
4. **Законодавча база** сприятливо регулює розвиток аквакультури при дотриманні вимог сертифікації та якості.

Перспективи подальшого розвитку:

1. Започаття з малої УЗВ (15–50 м^2) для отримання практичного досвіду;
2. Встановлення контактів з постачальниками якісного посадкового матеріалу та спеціалізованих кормів;
3. Розвиток напрямів прямого збуту та співпраці з ресторанами та готелями;
4. Навчання персоналу сучасним методам управління УЗВ та контролю якості;
5. Отримання міжнародної сертифікації (ISO 18175-1:2016, ASC) для експорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. New M. B. Farming freshwater crayfish: A manual for small and medium scale producers. FAO Fisheries Technical Paper 428. 2002. 89 p.
2. Jones C. M. Reproductive biology of the Australian red-claw crayfish Cherax quadricarinatus. Aquaculture International. 1995. Vol. 3, № 1. P. 88–105.
3. Sagi A., Cohen D. Culturing the Australian red-claw crayfish in Israel: Basic design considerations. Israeli Journal of Aquaculture. 1990. Vol. 42, № 3. P. 156–172.
4. Собко Б. А., Козловський В. В. Аквакультура нетрадиційних видів рибних ресурсів України. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. 2019. Т. 21, № 88. С. 134–145.
5. Jones C. M. Biology and husbandry of the Australian red-claw crayfish. Aquaculture Research. 2010. Vol. 41, № 7. P. 44–62. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02302.x
6. Sagi A., Cohen D. Production of monosex male populations of Cherax quadricarinatus. Journal of World Aquaculture Society. 1995. Vol. 26, № 3. P. 88–107. DOI: 10.1111/j.1749-7345.1995.tb00236.x
7. New M. B., Valenti W. C. (Eds.). Freshwater prawn culture: The farming of macrobrachium and other freshwater prawns. Oxford: Blackwell Science, 2000. 456 p.
8. Parnes S., Cohen D., Sagi A. Intensive monosex male culture of Cherax quadricarinatus. Aquaculture International. 2006. Vol. 14, № 5. P. 140–152. DOI: 10.1007/s10499-006-9053-2
9. Fabricius H., Lipton D. Economics of the Australian red-claw crayfish industry. Journal of World Aquaculture Society. 2005. Vol. 36, № 2. P. 220–235.
10. ISO 18175-1:2016. Recirculating aquaculture systems – Part 1: Terminology: International Standard. Geneva: International Organization for Standardization, 2016. 45 p.
11. ДСТУ 8302:2015. Раки м'ясні. Технічні умови: національний стандарт України. Київ: УкрНДНЦ, 2015. 24 с.
12. Romero L., Alcaide E. Efficacy of a polyvalent vaccine in Cherax quadricarinatus juveniles. Aquaculture. 2012. Vol. 364–365. P. 61–67.
13. Timmons M. B., Ebeling J. M., Wheaton F. W. Recirculating aquaculture systems. Ithaca : Cayuga Aqua Ventures, 2002. 612 p.

Дата першого надходження статті до видання: 29.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 330.341.1:636:639.3
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.38

ІННОВАЦІЇ У ТВАРИННИЦТВІ ТА АКВАКУЛЬТУРІ: ТЕХНОЛОГІЇ МАЙБУТНЬОГО ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ, СТАЛОГО РОЗВИТКУ І ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОБРОБУТУ ТВАРИН

Шуляр А. Л. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри технологій виробництва, переробки та якості продукції тваринництва,
Поліський національний університет
orcid.org/0000-0002-0823-6814
Шуляр А. Л. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри технологій виробництва, переробки та якості продукції тваринництва,
Поліський національний університет
orcid.org/0000-0002-8462-2135
Ткачук В. П. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри технологій виробництва, переробки та якості продукції тваринництва,
Поліський національний університет
orcid.org/0000-0002-4811-6884

У статті здійснено комплексний аналіз сучасних інноваційних технологій у тваринництві та аквакультурі в контексті зростаючого глобального попиту на продукти тваринного походження, обмеженості природних ресурсів, посилення екологічних викликів і підвищення суспільних вимог до забезпечення добробуту тварин та сталого розвитку. Обґрунтовано, що традиційні технології виробництва не забезпечують одночасного досягнення високої продуктивності, економічної ефективності та екологічної сталості, що зумовлює необхідність впровадження цифрових, автоматизованих і біотехнологічних рішень.

У роботі проаналізовано сучасний стан і основні напрями застосування інноваційних технологій у скотарстві, птахівництві та аквакультурі, зокрема, систем точного тваринництва, цифрових систем моніторингу, комп'ютерного зору, штучного інтелекту, IoT-сенсорів, автоматизованих систем годівлі та рециркуляційних аквакультурних систем. Висвітлено роль зазначених технологій у підвищенні продуктивності тварин і гідробіонтів, оптимізації використання кормів, води та енергії, зменшенні негативного впливу на довкілля та забезпеченні стабільних умов утримання.

Особливу увагу приділено оцінці впливу інновацій на добробут тварин, зокрема, через раннє виявлення стресу і захворювань, зниження рівня виробничого навантаження та створення комфортного середовища утримання. Узагальнено результати вітчизняних і закордонних наукових досліджень, що підтверджують ефективність цифрових та інтелектуальних систем управління у формуванні сталих аграрних виробничих систем.

Окреслено основні перспективи та обмеження щодо впровадження інноваційних технологій у практику господарств, зокрема економічні та соціальні та кадрові чинники. Визначено, що інтеграція інноваційних рішень є ключовим чинником підвищення конкурентоспроможності тваринництва та аквакультури, забезпечення сталого розвитку галузей і покращення добробуту тварин в умовах сучасних глобальних викликів.

Ключові слова: *точне тваринництво, штучний інтелект, комп'ютерний зір, IoT-сенсори, рециркуляційні системи.*

© Шуляр А. Л., Шуляр А. Л., Ткачук В. П., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Shuliar A. L., Shuliar A. L., Tkachuk V. P. Innovations in livestock and aquaculture: future technologies to increase productivity, sustainable development and ensuring animal welfare

The article provides a comprehensive analysis of modern innovative technologies in livestock and aquaculture in the context of the growing global demand for animal products, limited natural resources, increasing environmental challenges and increasing public demands for animal welfare and sustainable development. It is substantiated that traditional production technologies do not ensure the simultaneous achievement of high productivity, economic efficiency and environmental sustainability, which necessitates the implementation of digital, automated and biotechnological solutions.

The paper analyzes the current state and main areas of application of innovative technologies in livestock, poultry and aquaculture, in particular, precision livestock systems, digital monitoring systems, computer vision, artificial intelligence, IoT sensors, automated feeding systems and recirculating aquaculture systems. The role of these technologies in increasing the productivity of animals and aquatic organisms, optimizing the use of feed, water and energy, reducing the negative impact on the environment and ensuring stable conditions of detention is highlighted.

Particular attention is paid to assessing the impact of innovations on animal welfare, in particular, through early detection of stress and diseases, reducing the level of production workload and creating a comfortable environment. The results of domestic and foreign scientific research are summarized, confirming the effectiveness of digital and intelligent management systems in the formation of sustainable agricultural production systems.

The main prospects and limitations for the implementation of innovative technologies in farm practice are outlined, in particular economic, social and personnel factors. It is determined that the integration of innovative solutions is a key factor in increasing the competitiveness of livestock and aquaculture, ensuring sustainable development of industries and improving animal welfare under current global challenges.

Key words: *Precision Livestock Farming, Artificial Intelligence, Computer Vision, IoT-Sensors, Recirculating Aquaculture Systems.*

Постановка проблеми. Сучасний розвиток тваринництва та аквакультури відбувається в умовах зростаючого глобального попиту на продукти тваринного походження, обмеженості природних ресурсів, посилення екологічних викликів та підвищених вимог суспільства до забезпечення добробуту тварин. Традиційні технології виробництва дедалі частіше виявляються недостатньо ефективними для одночасного досягнення високих показників продуктивності, економічної рентабельності та екологічної сталості [1, с. 137; 2, с. 147; 3, с. 15].

Інтенсивні методи ведення тваринництва й аквакультури нерідко супроводжуються підвищеним навантаженням на довкілля, зростанням викидів парникових газів, деградацією водних і земельних ресурсів, а також погіршенням фізіологічного та поведінкового стану тварин. У свою чергу, недотримання принципів добробуту тварин негативно впливає не лише на етичний аспект виробництва, а й на якість і безпечність продукції, стійкість виробничих систем та довіру споживачів [4, с. 74; 5, с. 575; 6, с. 34]. У цих умовах особливої актуальності набуває впровадження інноваційних технологій, зокрема цифрових систем моніторингу, біотехнологій, автоматизації та роботизації виробничих процесів, точного тваринництва, інтелектуальних систем управління годівлею й утриманням, а також екологічно орієнтованих рішень в аквакультурі. Проте рівень інтеграції таких технологій у практику господарств залишається нерівномірним, а їхній вплив на продуктивність, сталість розвитку та добробут тварин потребує комплексного наукового аналізу [3, с. 15; 7, с. 606].

Звідси випливає необхідність обґрунтування та систематизації сучасних інноваційних підходів у тваринництві та аквакультурі, оцінки їхньої ефективності й доцільності впровадження з позицій підвищення продуктивності, забезпечення сталого розвитку аграрних систем та покращення добробуту тварин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах сучасного ведення тваринництва значна увага зосереджена на впровадженні систем точного ведення господарства (Precision Livestock Farming), які базуються на датчиках, автоматичному моніторингу та інтелектуальній обробці даних. Так, огляд сучасних іноземних досліджень підтверджує роль штучного інтелекту та сенсорних технологій у підвищенні добробуту тварин шляхом постійного контролю фізіологічних показників і поведінки, що дозволяє своєчасно виявляти ознаки стресу чи хвороб і оптимізувати управління виробництвом. Такий підхід забезпечує не лише підвищення продуктивності, а й зменшення економічних витрат та впливу на довкілля, зокрема, за рахунок раннього втручання при погіршенні фізіологічного стану тварин [8, с. 77; 9, с. 16]. У галузі птахівництва дослідження фахівців демонструють потенціал мультимодальних AI-систем, що інтегрують візуальні, акустичні та екологічні дані для комплексної оцінки добробуту курей та оптимізації їх продуктивності. Такі системи дозволяють подолати обмеження традиційних методів спостереження, що є суб'єктивними і трудомісткими, відкриваючи шлях до масштабованої автоматизації моніторингу в реальних умовах ферми [10, с. 175; 11].

В аквакультурі іноземні наукові дослідження пропонують інноваційні комп'ютерні рішення для безконтактного моніторингу стану риб та оптимізації технологічних процесів. Наприклад, метод комп'ютерного зору для оцінювання вентиляційної частоти лосося в морських господарствах демонструє високий рівень кореляції між передбаченими і фактичними значеннями, що може стати ефективним інструментом для своєчасного виявлення ознак респіраторного стресу. Інший приклад – система для оптимізації годівлі тиляпії на основі IoT-датчиків і комп'ютерного зору, що значно підвищує ефективність використання корму і продуктивність виробництва [9, с. 16; 12].

Крім технологічних рішень, міжнародні ініціативи формують стратегічні пріоритети інновацій для обох секторів. Зокрема, звіт UK Agri-Tech Centre виокремлює 11 ключових напрямів, серед яких важливе місце займають здоров'я і добробут тварин, безпека та якість продуктів, кліматичні рішення і цифрові дані, що вказує на необхідність подальшої інтеграції міждисциплінарних технологій для забезпечення сталого і продуктивного розвитку тваринництва та аквакультури [13; 14, с. 11].

Постановка завдання. Метою наукових досліджень було комплексна оцінка сучасних інноваційних технологій у тваринництві та аквакультурі та визначення їх ролі у підвищенні продуктивності виробництва, забезпеченні сталого розвитку галузей і покращенні добробуту тварин.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасних умовах глобалізації, зростання попиту на якісні продукти тваринного походження та посилення вимог до екологічної безпеки виробництва інноваційні технології стають визначальним чинником розвитку тваринництва і аквакультури. Як у вітчизняній, так і в зарубіжній науковій літературі відзначається тенденція до активного впровадження цифрових, біотехнологічних та автоматизованих рішень у виробничі процеси. На рисунку 1 продемонстровано логічну схему застосування інноваційних інтелектуальних підходів на тваринницьких фермах.

Сучасний етап застосування інновацій у скотарстві характеризується переходом від традиційних методів утримання до систем точного тваринництва (Precision Livestock Farming, PLF). Це включає використання сенсорів для контролю фізіологічного стану тварин, автоматизованих доїльних установок, систем ідентифікації та управління стадом. Наприклад, застосування нашийників з датчиками

активності дозволяє виявляти початок охоти у корів або ранні ознаки захворювань [15; 16, с. 190; 17, с. 7]. У птахівництві інновації спрямовані на оптимізацію мікроклімату пташників, автоматизацію годівлі та напування, а також на контроль росту та здоров'я птиці [18].

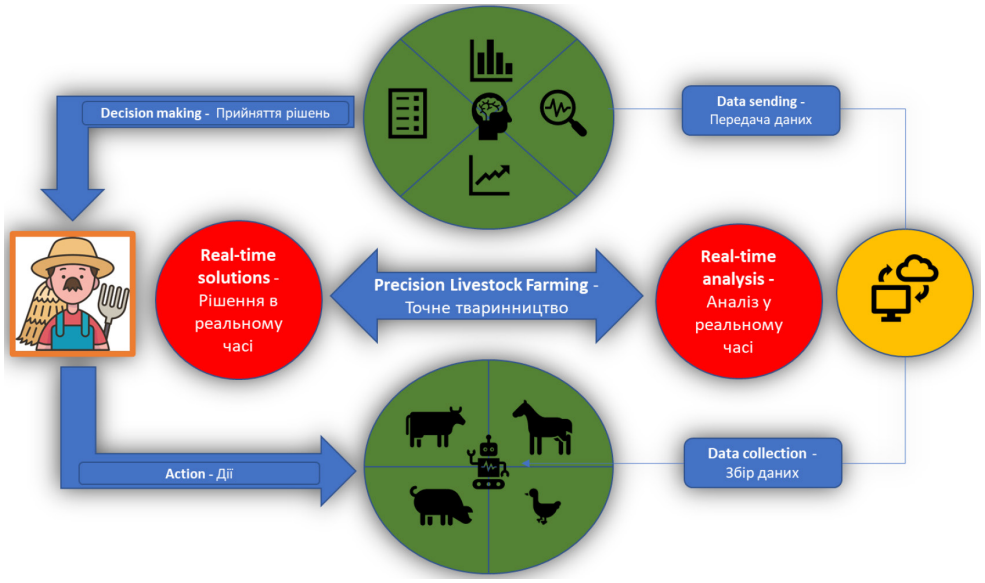


Рис. 1. Схема застосування інноваційних технологій на тваринницьких фермах

Сучасні птахофабрики дедалі частіше використовують комп'ютеризовані системи управління освітленням, вентиляцією та температурним режимом, що позитивно впливає на продуктивність і знижує падіж птиці [26]. В аквакультурі основними напрямами інновацій є впровадження рециркуляційних аквакультурних систем (RAS), автоматизованих систем контролю якості води та використання інтелектуальних годівниць [19, с. 27].

Такі технології дозволяють мінімізувати вплив на навколишнє середовище та забезпечити стабільні умови вирощування риби й інших гідробіонтів незалежно від природних факторів. На рисунку 2 подано логічну схему впровадження інноваційних технологій в аквакультурне виробництво.

Серед ключових технологій майбутнього у тваринництві та аквакультурі провідне місце займають цифрові системи моніторингу, елементи точного виробництва та автоматизовані системи управління, що базуються на аналізі великих масивів даних (Big Data) та штучному інтелекті [20, с. 3; 21, с. 46]. У скотарстві перспективними є системи безперервного моніторингу здоров'я тварин, які включають біосенсори, камери відеоспостереження та програмне забезпечення для аналізу поведінки. Наприклад, алгоритми машинного навчання можуть визначати кульгавість корів на ранніх стадіях за змінами ходи, що дозволяє своєчасно вжити лікувальних заходів [22, с. 2; 23].

Сучасні наукові дослідження підтверджують, що інформаційні технології та цифрові рішення стають фундаментом трансформації тваринництва. Наприклад, у молочному скотарстві впровадження IoT-датчиків, штучного інтелекту (AI) та комп'ютерного зору дозволяє збирати та аналізувати дані про поведінку, здоров'я

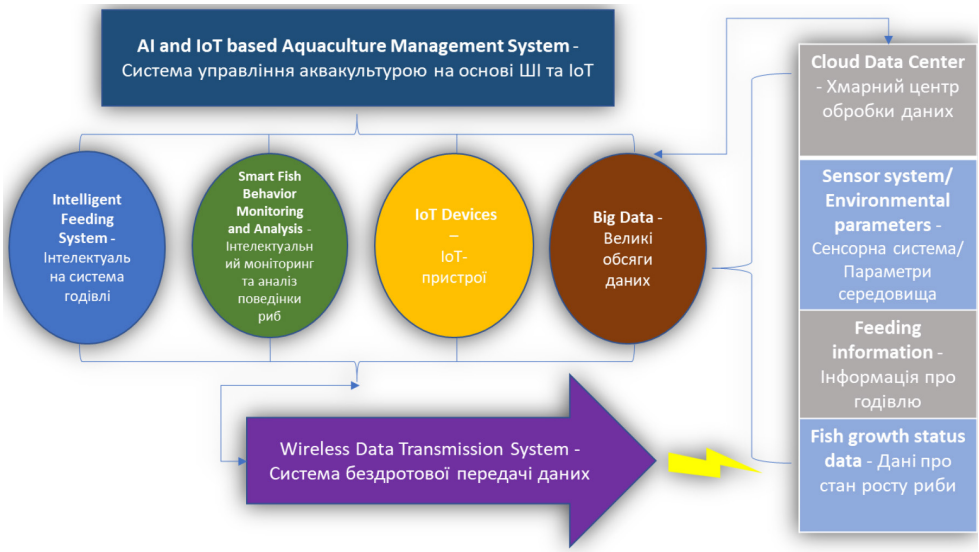


Рис. 2. Схема застосування інноваційних технологій в аквакультурі

та годівлю корів у режимі реального часу, що підвищує якість управління стадом та ефективність виробництва. Такі технології були детально проаналізовані в огляді групи іноземних науковців, де підкреслюється, що поєднання сенсорних систем з алгоритмами машинного навчання сприяє своєчасному виявленню фізіологічних змін і оптимізації годівлі, що має позитивний ефект на продуктивність молока та добробут тварин [24, с. 1858].

Одним із вагомих новітніх напрямів є штучний інтелект і сенсорні інновації для підвищення добробуту тварин, які дозволяють не лише автоматизувати моніторинг, а й створювати адаптивні рішення для управління станом здоров'я та поведінкою. Наукові дослідження, опубліковані в Human-Centric Intelligent Systems, акцентують увагу на потенціалі AI і сучасних сенсорних технологій у створенні об'єктивних показників стану тварин, підтримці рішень фермерів і забезпеченні етичних аспектів цифрового тваринництва [8, с. 90].

У галузі моніторингу великої рогатої худоби останні дослідження вказують на швидке зростання застосування PLF-технологій, зокрема мультисенсорних платформ і алгоритмів машинного навчання для аналізу поведінки, виявлення еструсу або кульгавості. Так, scoping-огляд сучасних підходів у «precision livestock farming» показує, що широке використання сенсорів, зображень та алгоритмів AI сприяє більш точному визначенню поведінкових моделей і стану здоров'я тварин, що є критичним для підвищення продуктивності та зниження витрат [16, с. 195; 17, с. 13].

У птахівництві активно розвиваються технології комп'ютерного зору, які використовуються для оцінки щільності посадки птиці, її активності та стану оперення. Інтелектуальні системи можуть автоматично регулювати умови утримання залежно від поведінки поголів'я, зменшуючи стрес та підвищуючи продуктивність [21, с. 49; 25; 26].

Для аквакультури характерним є використання цифрових платформ для управління усіма етапами виробництва – від інкубації ікри до вирощування товарної риби. Автоматизовані системи контролю рівня кисню, pH, температури та вмісту аміаку у воді дозволяють підтримувати оптимальні умови для росту гідробіонтів

і знижувати ризик масової загибелі. До прикладу, комп'ютерний зір і IoT-рішення застосовуються для оптимізації годівлі та контролю водних параметрів. Наприклад, системи, що комбінують IoT-датчики та алгоритми комп'ютерного зору для аналізу розміру і поведінки тілапії, показали високу точність у визначенні потреби в кормі та потенційне значне підвищення продуктивності, що водночас сприяє скороченню перевитрат кормів та екологічному навантаженню [19, с. 29; 27].

Впровадження інноваційних технологій суттєво впливає на підвищення продуктивності тварин, ефективність використання кормів, води та енергії, а також на зниження негативного впливу на довкілля. У скотарстві застосування точних систем годівлі дозволяє індивідуально підбирати раціони для кожної тварини з урахуванням її продуктивності та фізіологічного стану. Це сприяє підвищенню надоїв молока або приростів живої маси при одночасному зниженні витрат кормів і викидів метану. У птахівництві автоматизовані лінії годівлі та напування забезпечують рівномірний доступ птиці до корму і води, що покращує конверсію корму та зменшує його втрати. Крім того, оптимізація мікроклімату сприяє зниженню енергоспоживання та скороченню викидів парникових газів [28, с. 81; 29, с. 27]. В аквакультурі рециркуляційні системи дозволяють повторно використовувати до 90–95 % води, що є особливо важливим у регіонах з обмеженими водними ресурсами. Точне дозування кормів зменшує забруднення водного середовища органічними відходами та підвищує коефіцієнт засвоєння поживних речовин [13; 19, с. 31].

Оцінка інноваційних підходів у тваринництві та аквакультурі за їх короткою характеристикою, сферою застосування, основними завданнями, з якими вони дозволяють справлятися, а також зазначенням позитивних ефектів для продуктивних ознак, для добробуту тварин та сталого розвитку галузей нами здійснена у таблиці 1.

Отримані результати свідчать про підвищення рівня добробуту тварин та гідробіонтів як одного із ключових аспектів сучасного аграрного виробництва, що тісно пов'язаний із впровадженням інноваційних технологій. Адже, до прикладу, у скотарстві використання систем моніторингу поведінки дозволяє своєчасно виявляти ознаки стресу, болю або хвороб.

Автоматизовані доїльні системи знижують фізичне навантаження на тварин і мінімізують людський фактор, що позитивно впливає на їхній стан. У птахівництві інновації сприяють створенню більш комфортних умов утримання, зокрема шляхом регулювання освітлення відповідно до біологічних ритмів птиці. Тоді як у аквакультурі постійний контроль параметрів водного середовища є ключовим фактором добробуту гідробіонтів. Інтелектуальні системи дозволяють уникати різких коливань умов, що можуть призводити до захворювань або загибелі гідробіонтів [16, с. 192; 19, с. 29; 26; 30, с. 117].

З точки зору екологізації виробництва та як підтверджують дані таблиці 1, новітні технології не лише сприяли підвищенню продуктивності, а й сприяли сталому використанню природних ресурсів. Та незважаючи на значний потенціал інноваційних технологій, їх впровадження супроводжується низкою економічних, екологічних та соціальних обмежень. Основною перешкодою для багатьох господарств, особливо малих і середніх, є висока вартість обладнання та програмного забезпечення. Варто зазначити, що великим соціальним викликом є нестача кваліфікованих кадрів, здатних працювати з сучасними цифровими технологіями. Водночас автоматизація може зменшувати потребу в ручній праці, що потребує адаптації ринку праці.

Таблиця 1

Оцінка інноваційних технологій у тваринництві та аквакультурі

Назва технології	Коротка характеристика технології	Сфера застосування	Основні функції	Ефект для продуктивності	Ефект для сталого розвитку	Ефект для добробуту
Точне тваринництво / Precision Livestock Farming (PLF)	Комплекс цифрових і сенсорних технологій для індивідуального моніторингу стану та поведінки тварин у режимі реального часу	Скотарство, свинарство, птахівництво	Безперервний контроль здоров'я, активності та продуктивності	Підвищення продуктивності на основі точних індивідуальних даних	Зменшення витрат кормів, води та енергії	Раннє виявлення стресу і захворювань
Комп'ютерний зір / Computer Vision	Технологія аналізу відеозображень для оцінки рухів, росту та поведінки тварин і гідробіонтів	Тваринництво, аквакультура	Аналіз активності, рухів, щільності посадки, росту	Оптимізація росту та ефективності годівлі	Зниження втрат продукції та смертності	Безконтактний контроль без додаткового стресу
Штучний інтелект / Artificial Intelligence (AI)	Інтелектуальні алгоритми для аналізу великих масивів даних, прогнозування стану тварин, підтримки управлінських рішень	Усі галузі	Прогнозування захворювань, продуктивності	Підвищення ефективності управлінських рішень	Раціональне використання ресурсів	Індивідуалізація підходів до тварин
Інтернет речей, сенсори / Internet of Things (IoT) Sensors	Мережа підключених датчиків для безперервного контролю параметрів середовища	Ферми, рибні господарства	Моніторинг температури, вологості, якості води	Забезпечення стабільних умов виробництва	Зменшення негативного впливу на довкілля	Поліпшення мікроклімату середовищ тварин
Автоматизовані системи годівлі / Automated Feeding Systems	Автоматичні комплекси подачі кормів із точним дозуванням відповідно до потреб тварин	Тваринництво, аквакультура	Точне дозування кормів	Зниження собівартості та покращення конверсії корму	Скорочення кормових відходів	Регулярна та збалансована годівля

Закінчення табл. 1

Назва технології	**Коротка характеристика технології**	**Сфера застосування**	**Основні функції**	**Ефект для продуктивності**	**Ефект для сталого розвитку**	**Ефект для добробуту**
Геномні та біотехнології / Genomic and Biotechnologies	Методи молекулярної генетики для покращення спадкових ознак і стійкості тварин	Селекція тварин	Генетичний відбір, підвищення резистентності та продуктивності	Довгострокове зростання продуктивності та резистентності	Зменшення потреб у медикаментах та втручання	Зниження рівня захворюваності
Рециркуляційні системи/Recirculating Aquaculture Systems (RAS)	Закриті системи вирощування гідробіонтів із очищенням і повторним використанням води за умов цілковитого контролю водного середовища	Аквакультура	Повний контроль параметрів водного середовища	Підвищення виживаності та контроль росту	Значна економія водних ресурсів	Стабільні та безпечні умови для гідробіонтів

У вітчизняних та іноземних джерелах інформації відзначається, що концепції Smart Farm та смарт-технології стають важливим елементом модернізації тваринницьких і рибогосподарських підприємств в Україні. Водночас науковці зазначають, що для широкого впровадження цих технологій необхідні значні інвестиції у цифрову інфраструктуру, підготовку фахівців і адаптацію рішень до місцевих умов господарювання [9, с. 18; 21, с. 49; 22, с. 7; 26; 28, с. 82].

Висновки і пропозиції. Отже, виконання поставлених завдань проведених нами наукових досліджень дало змогу сформувати комплексне уявлення про роль інноваційних технологій у розвитку тваринництва та аквакультури. Підтверджено, що у перспективі інновації стануть основою підвищення конкурентоспроможності галузей і їх сталого розвитку в умовах сучасних глобальних викликів. Попри те, що перед виробниками продукції тваринництва та аквакультури в Україні стоїть низка економічних та соціальних викликів, подолання їх сприятиме виходу на світові ринки, адже застосування цифрових, автоматизованих та інтелектуальних систем є ключовим чинником підвищення продуктивності, забезпечення добробуту тварин, ефективного використання ресурсів та екологічної стійкості виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кравченко Ю. Продовольча безпека України в умовах війни: виклики та стратегічні пріоритети. *Economics and Law*. 2025. № 2. Т. 77. С. 137–146. DOI: https://doi.org/10.15407/econlaw.2025.02.137

2. Водні біоресурси та аквакультура: світові тенденції та вітчизняні перспективи / Ткачук В. П., Шуляр А. Л., Шуляр А. Л. та ін. *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*. 2025. № 47. С. 147–153. DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-2.20

3. Продовольча безпека: світові тенденції та можливості агропродовольчого комплексу України: монографія / за ред. Л. В. Шинкарук. Київ : НУБіП України, 2022. 307 с.

4. Гончарова О. В., Кутіщев П. С. Аспекти формування потенціалу та розвитку української аквакультури на фоні євроінтегрування інноваційних рішень. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2023. № 1 (13). С. 73–83. DOI: https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.6

5. Shuliar Alina. Monitoring of selection and technological elements of production of livestock products in farms of Ukraine and Europe. *Prospects for the development and implementation of innovative technologies in veterinary medicine and animal husbandry*: scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2024. P. 574–605. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-454-2-20

6. Палапа Н. В., Дем'янюк О. С., Нагорнюк О. М. Продовольча безпека України: стан та актуальні питання сьогодення. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 34–45. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263314

7. Shuliar Alona. The importance of the poultry industry for food security and the evaluation of the selection and technological elements of the production of products of the industry in the conditions of poultry enterprises of Ukraine. *Prospects for the development and implementation of innovative technologies in veterinary medicine and animal husbandry*: scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2024. P. 606–638. DOI : https://doi.org/10.30525/978-9934-26-454-2-21

8. Neethirajan S. Artificial Intelligence and Sensor Innovations: Enhancing Livestock Welfare with a Human-Centric Approach. *Hum-Cent Intell Syst*. 2024. Vol. 4. P. 77–92. DOI: https://doi.org/10.1007/s44230-023-00050-2

9. Веселов Є. В., Щербакова І. Л., Левченко І. С. Інноваційні технології у тваринництві та ефективність впровадження концепції Smart Farm. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 109. Т. 2. С. 15–20.

10. Park S. O., Zammit V. A. Effect of digital livestock system on animal behavior and welfare,and fatty acid profiles of egg in laying hens. *J. Anim Feed Sci*. 2023. Vol. 32. P. 174–80. DOI: https://doi.org/10.22358/jafs/157543/2023

11. Daniel Essien, Suresh Neethirajan. Multimodal AI Systems for Enhanced Laying Hen Welfare Assessment and Productivity Optimization. URL: https://arxiv.org/abs/2508.07628?utm_source (дата звернення: 13.12.2025). DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2508.07628

12. A computer vision method to estimate ventilation rate of Atlantic salmon in sea fish farms / Folkman L., LK Vo Q., Johnston C., Stantic B., A Pitt K. *Aquacultural Engineering*. Vol. 112. P. 102645. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2025.102645

13. Livestock and aquaculture sectors 11 innovation priorities identified. *UK Agri-Tech Centre* : веб-сайт. URL: https://ukatc.ergo.agency/news/livestock-and-aquaculture-sectors-11-innovation-priorities-identified (дата звернення: 17.12.2025).

14. Волощук Ю. О. Напрямки цифровізації аграрних підприємств. *Ефективна економіка*. 2019. № 2. С. 10–17.

15. Arndt S. S., Goerlich V. C., van der Staay F. J. A dynamic concept of animal welfare: the role of appetitive and adverse internal and external factors and the animal's ability to adapt to them. *Front Animal Sci*. 2022. Vol. 3. DOI: https://doi.org/10.3389/fanim.2022.908513

16. Berckmans D. Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. *Revue Scientifique et Technique (OIE)*. 2017. Vol. 36(1). P. 189–196.

17. Precision livestock farming: Building blocks for future livestock systems / Norton T., Chen C., Larsen M. L. V., Berckmans D. *Animal Frontiers*. 2019. Vol. 9(1). P. 6–15.

18. Інновації в птахівництві: ефективність, продуктивність, якість. *Аграрний тиждень. Україна* : веб-сайт. URL: https://a7d.com.ua/tvarinnictvo/ breeding/14422-nnovacyi-v-ptahvnictv-efektivnst-produktivnst-yakst.html (дата звернення: 17.12.2025).

19. Badiola M., Mendiola D., Bostock J. Recirculating aquaculture systems (RAS) analysis: main issues on management and future challenges. *Aquacultural Engineering*. 2012. Vol. 51. P. 26–35.

20. Is precision livestock farming an engineer's daydream or a reality? / Wathes C. M., Kristensen H. H., Aerts J. M., Berckmans D. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2008. Vol. 64 (1). P. 2–10.

21. Бойко В. О., Мельник Ю. Ф. Інноваційні технології в тваринництві: стан і перспективи розвитку. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 4. С. 45–52.

22. Precision livestock farming: An international review of scientific and commercial aspects / Banhazi T. M., Black J. L., Halas V., et al. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 2012. Vol. 5(3). P. 1–9.

23. Homaira Afroz Himu & A. Raihan. An Overview of Precision Livestock Farming (PLF) Technologies for Digitalizing Animal Husbandry toward Sustainability. *Global Sustainability Research*. 2024. DOI: https://doi.org/10.56556/gssr.v3i3.954

24. Liu N., Qi J., An X., Wang Y. A Review on Information Technologies Applicable to Precision Dairy Farming: Focus on Behavior, Health Monitoring, and the Precise Feeding of Dairy Cows. *Agriculture*. 2023. Vol. 13(10). P. 1858. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture13101858

25. Автоматизація птахівництва: інноваційні технології. *Alfagro.com.ua* : веб-сайт. URL: https://alfagro.com.ua/uk/avtomatizacziya-tvarinnicztva-innovaczijni-tehnologiyi-v-sferi-ptahivnicztva/ (дата звернення: 17.12.2025).

26. Computer Vision Systems in Livestock Farming, Poultry Farming, and Fish Farming / Balasubramaniam S., Vijesh Joe C., Prasanth A., Satheesh Kumar K. 2024. DOI: https://doi.org/10.1002/9781394186686.ch10.

27. Hossam R., Heakl A., Gomaa W. Precision Aquaculture: An Integrated Computer Vision and IoT Approach for Optimized Tilapia Feeding. *21th International*

Conference on Informatics in Control, Automation, and Robotics. URL: https://arxiv.org/abs/2409.08695?utm_source (дата звернення: 17.12.2025).

28. Ковальчук І. П., Гуменюк О. Л. Цифровізація аграрного виробництва як чинник сталого розвитку. *Економіка АПК*. 2021. № 7. С. 78–86.

29. Nasirahmadi A., Edwards S. A., Sturm B. Implementation of machine vision for detecting behaviour of cattle and pigs: A review. *Livestock Science*. 2017. Vol. 202. P. 25–38.

30 Ситник В. П., Бурлака В. А. Добробут сільськогосподарських тварин у сучасних системах утримання. *Науковий вісник НУБіП України*. 2019. № 289. С. 112–118.

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.41:631.559:633.34
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.39

СУЧАСНИЙ СТАН ЗЕМЛЕУСТРОЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ В МЕЖАХ СТАРОСТИНСЬКОГО ОКРУГУ В УКРАЇНІ

Дребот О. В. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри геодезії та землеустрою,
Поліський національний університет
orcid.org/0000-0003-4146-3266;
Карась І. Ф. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри геодезії та землеустрою,
Поліський національний університет
orcid.org/0000-0001-6958-3636;
Коткова Т. М. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри геодезії та землеустрою,
Поліський національний університет
orcid.org/0000-0002-1785-7620;
Кудрик А. П. *– к.с.-г.н.,*
завідувач кафедри геодезії та землеустрою,
Поліський національний університет
orcid.org/0000-0001-6456-0902
Клименко Т. М. *– к.с.-г.н,*
доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства,
Поліський національний університет
orcid.org/0000-0002-2071-6802

Актуальність досліджень обґрунтовується змінами земельного законодавства України, зокрема у контексті зняття мораторію на продаж земель сільськогосподарського призначення, а також за умов воєнного стану. Крім того, сьогодні є важливим об'єднання даних кадастрів різних країн щодо інформації про земельні ділянки в контексті директив комітету INSPIRE та розвитку технологій Європейської земельної інформаційної служби. Проведені дослідження ґрунтуються саме на таких принципах та висвітлюють ситуацію щодо використання сільськогосподарських земель в Україні на прикладі окремого округу громади. Дана робота є складовою поетапних досліджень у межах усієї громади, адміністративного району, області та країни. Мета дослідження полягає у проведенні комплексного аналізу території щодо її використання на прикладі округу громади на основі даних кадастру для створення планової інформативної основи здійснення земельних відносин та можливості формування методологічного підґрунтя для цього. В рамках досліджень було виконано встановлення місця розташування меж усіх земельних ділянок

© Дребот О. В., Карась І. Ф., Коткова Т. М., Кудрик А. П., Клименко Т. М., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

сільськогосподарського призначення окремих власників, їх картографічну візуалізацію, проаналізовано сільськогосподарську освоєність та можливість передачі в оренду, здійснено аналіз вартості земельних ділянок сільськогосподарського призначення за даними грошової оцінки, зазначеної в базі земельного кадастру України для визначення найбільш привабливих територій з метою розвитку сільськогосподарського виробництва. У результаті досліджень сформовано ГІС, яка містить кадастрову та, напрацьовану в процесі досліджень, інформацію. Місце розташування поворотних точок земельних ділянок має геодезичні координати, векторний формат файлів підтримує створення XML структури картографічної інформації, яку підтримують кадастри багатьох країн. Отримані дані передбачають комплексність землеустрою, ґрунтуються на всебічному аналізі інформації про землі та є основою планувальних рішень територій. Застосована методика дозволяє проводити подібні дослідження в межах будь якої земельної площі та може слугувати для формування інтерактивних карт, які передбачають автоматичне оновлення земельних даних. Використані формати даних дають можливість злиття або порівняння результатів досліджень з даним європейських кадастрів щодо використання земель сільськогосподарського призначення.

Ключові слова: *землеустрій, земельний кадастр, ГІС, сільськогосподарські землі, сільськогосподарське картографування, організація території, земельні ділянки.*

Drebot O. V., Karas I. F., Khotkova T. M., Khudrik A. P., Khlymenko T. M. The current state of agricultural lands' structure in Ukraine as an example of the community

The relevance of the research is justified by changes in the land legislation of Ukraine, in particular in the context of lifting the moratorium on the sale of agricultural land, as well as under martial law. In addition, today it is important to combine data from cadastres of different countries regarding information on land plots in the context of the INSPIRE committee directives and the development of technologies of the European Land Information Service. The research conducted is based on such principles and highlights the situation regarding the use of agricultural land in Ukraine using the example of a separate community district. This work is part of phased research within the entire community, administrative district, region and country. The purpose of the research is to conduct a comprehensive analysis of the territory regarding its use using the example of a community district based on cadastre data to create a planned informative basis for the implementation of land relations and the possibility of forming a methodological basis for this. As part of the research, the location of the boundaries of all agricultural land plots of individual owners was determined, their cartographic visualization was performed, agricultural development and the possibility of leasing were analyzed, the cost of agricultural land plots was analyzed according to the monetary valuation data specified in the land cadastre database of Ukraine to determine the most attractive territories for the development of agricultural production. As a result of the research, a GIS was formed, which contains cadastral and information obtained during the research process. The location of the turning points of land plots has geodetic coordinates, the vector file format supports the creation of an XML structure of cartographic information, which is supported by the cadastres of many countries. The data obtained provide for the complexity of land management, are based on a comprehensive analysis of information about land and are the basis for planning decisions for territories. The applied methodology allows for similar studies within any land area and can be used to form interactive maps that provide for automatic updating of land data. The data formats used allow merging or comparing research results with data from European cadastres on the use of agricultural land.

Key words: *land management, land cadastre, GIS, agricultural land, agricultural mapping, territorial organization, land plots.*

Актуальність теми дослідження. Сучасне ефективне сільськогосподарське виробництво не можливо уявити без землеустрою та його картографічного забезпечення. При цьому досить важливо знати всю інформацію про землі, на яких планується вирощування сільськогосподарської продукції та отримання прибутку [1]. Зокрема, обов'язковою умовою є дані про якість земельного ресурсу та його природній потенціал, а також межі земельних ділянок [2]. При нехтуванні впровадження землевпорядних проектів та процедури проведення землеустрою

територій відбувається нераціональне використання сільськогосподарських земель та спостерігається збільшення неефективних витрат на непродуктивні землі, або на неправильно юридично оформлені земельні ділянки. Аналіз території щодо розташування земельних ділянок сільськогосподарського призначення з врахуванням усіх важелів сільськогосподарського виробництва виключає зайві витрати та запобігає юридичної відповідальності у випадку обробітку «чужих» земель.

Картографування територій загалом та візуалізація меж окремих земельних ділянок, буферних зон навколо різних режимоутворюючих або природоохоронних об'єктів є дуже важливою ланкою розвитку землеустрою і кадастру [3, 4]. В Європейському Союзі діє ряд нормативних вимог, які впроваджують комплексний розвиток територій і їх землеустрій на основі саме даних з кадастрів країн учасниць [5, 6]. При цьому важливим є онлайн-підтримка даних, їх всебічне наповнення, та підтримка форматів метаданих усіх європейських країн [7]. Ці позиції висвітлені у директивах комітету INSPIRE, відповідно яким успішно створюються національні інфраструктури просторової інформації країн Євросоюзу в рамках існування «Digital» проектів [8].

Результом такої діджиталізації є створені геопортали кадастрових даних, які дозволяють побачити розташування тих чи інших земельних площ та дізнатися інформацію про них: охоронні зони природних об'єктів, екологічне навантаження спричинене розвитком промисловості, якість сільськогосподарських угідь за ґрунтами та ін. Загалом у відповідності до директив INSPIRE запроваджено 34 теми геопросторових даних. Держателем єдиних просторових даних є Європейська земельна інформаційна служба (EULIS), яка надає доступ до інформації про землю та майно по всій Європі, щоб задовольнити потреби професійних користувачів [9]. Формування даних, представлених цією службою, відбувається на основі формату XML.

Українська кадастрова база даних також підтримує цей формат. Це означає нескладне злиття українського кадастрового сервісу та європейського. Загалом, існують різні підходи землевпорядкування та методики планування використання земель, які опираються на створену різними системами просторову інформацію. Проте найбільш глобальними є проекти консолідації. Щодо землеустрою саме сільськогосподарських угідь, наприклад, на території Німеччини у свій час виконувалися такі проекти в межах земель громад. Які включали обмін ділянками в інтересах громади з метою зручного проживання її мешканців та ведення успішного сільськогосподарського господарювання. Запровадження проектів консолідації земель дало змогу позбутися негативних наслідків земельної реформи щодо розташування роздрібнених земельних площ певних власників та відсутності під'їздів до них. Таке проектування ще раз підкреслює, що в країнах Європейського Союзу землеустрій сільськогосподарських земель відбувається в комплексі з усіма територіями іншого призначення [10].

Постановка проблеми. В більшості європейських країн проекти консолідації були завершені. Наразі вони є актуальними у Туреччині [11, 12]. Перерозподіл земельних угідь, їх релокацію, в тому числі за рахунок проведеної консолідації, або комплексного землеустрою, вважають передумовою поліпшення екології та збереження навколишнього середовища [13]. Разом з тим, дослідження інших вчених доводять, що укрупнення полів в результаті консолідації та великі їх розміри не сприяють збільшенню біорізноманіття рослинних угрупувань, що суперечить одному з головних екологічних принципів землеустрою [14]. При плануванні необхідно також враховувати фактор передачі землі в оренду, що примножує

перелік просторових даних для здійснення раціонального землеустрою та організації території, і потребує окремих підходів землеустрою таких земель. Проте щодо впорядкування земель, де панують орендні відносини, в науковій літературі досить мало досліджень про створення бази мета даних на такі території та її використання для впорядкування земель; існують лише одиничні дослідження щодо цього та окремі дослідження про орендні відносини взагалі [15, 16, 17]. Також відомо, що планування землекористування впливає безпосередньо на прибутки тих, хто використовує земельні площі. Загалом, є досить актуальними дослідження залежності розміру фізичної площі ферм та їх доходів від різних факторів (урбанізація, розташування, державна підтримка, внесення добрив тощо) [18, 19].

Таким чином, висновки вчених багатьох країн доводять комплексність землеустрою через врахування багатьох чинників, дотриманні постулатів охорони природи, забезпеченні соціального ефекту від землекористування. При цьому особлива увага приділяється діджиталізації та картографуванню територій, наповненню кадастрової бази даних та підтримці єдиного формату просторових даних; землеустрій загалом розглядається, як механізм та початковий етап планування сільськогосподарського виробництва та розвитку громад вцілому. Проведені нами дослідження також мають комплексний характер та враховують усі можливі дані про територію на яку здійснюється картографування та землеустрій. Проведені дослідження враховують усю вихідну інформацію про земельні ділянки, їх власників і користувачів, що дозволяє стверджувати, що створене картографічне ядро на основі таких вихідних даних є базисом прийняття рішень по організації території громади та дає можливість подальшого наповнення даними про її землі.

Методика досліджень. Дослідження проведені на площі 4133 га, на території Верлоцького округу Радомишльської громади Житомирського району Житомирської області. Робота проведена у складі досліджень щодо просторового аналізу території усієї Радомишльської громади [20]. Дослідження, представлене у статті, було проведено в декілька етапів: підготовка векторного формату межі території дослідження, підбір аналогових картографічних матеріалів з даними про ґрунти та угіддя, формування меж земельних ділянок сільськогосподарського призначення та інших земельних ділянок території, створення бази семантичної інформації про просторові

Рис. 1. Процес отримання результатів досліджень

об'єкти, створення тематичної карти орендних відносин, аналіз семантичних даних просторової інформації та відповідних картографічних матеріалів (рис. 1).

Межі досліджуваної території сформовано на основі Індексної кадастрової карти Житомирської області, де відображаються усі кадастрові зони і квартали. Саме з урахуванням їх місця розташування було встановлено межу старостинського округу. Поворотні точки межі отриманої просторової території характеризуються геодезичними координатами, що дозволяє сумісність даних досліджень з іншими кадастровими системами або інформаційними платформами, які можуть бути використані при формуванні полів чи догляду за посівами.

Інформацію про місце розташування сільськогосподарських угідь було вивчено за допомогою оцифрування аналогових картографічних планів, що є складовими «Проекту землеустрою формування меж громади». Для аналізу ґрунтового покриву використано також аналогові картограми агровиробничих груп ґрунтів. Формування меж земельних ділянок виконано у програмному середовищі національної програми Digitals, яка містить елементарний набір функцій ГІС та зв'язок з українською кадастровою базою. Поворотні точки кожної земельної ділянки також мають геодезичні координати місця їх розташування. Отримані в результаті земельні ділянки зберігаються, як в растровому вигляді, зручному для їх візуалізації, так і векторному форматі, що дає змогу, при потребі, змінювати або оновлювати інформацію про просторові об'єкти, пристосовувати дані до потреб користувачів агрономів, землевпорядників або власників ділянок. Місце розташування земельних ділянок, відсутніх в кадастрі, встановлено за планом організації території земельних часток (паїв). Формування семантичної інформації про землі громади відбувалося автоматично на основі завантаження даних українського кадастру, ідентифікатором при цьому слугував кадастровий номер ділянки. Тематичну карту орендних відносин створено та оброблено функціями ГІС. Загалом, використані методи візуалізації та тематичного картографування для аналізу стану землеустрою сільськогосподарських земель. Натомість, представлені етапи методики дослідження можуть бути основою розробки інтерактивних карт в межах громад, що дасть змогу постійно поновлювати та змінювати картографічну та семантичну інформацію. Крім того, представлена методика може бути використана для створення нових онлайн-платформ підтримки фермерів. Таким чином, застосований методичний підхід проведених досліджень ґрунтується на проведенні картографування території з поєднанням аналогових картографічних матеріалів та усіх існуючих векторних форматів даних з семантичною інформацією про земельні частки, що міститься в державній кадастровій системі. При цьому важливо враховувати, що формування ділянок в українській кадастровій базі відбувалося на основі точних наземних вимірювань кожної ділянки, а не за рахунок векторизації аналогових карт, як це практикувалося в багатьох інших національних кадастрових системах. Тому в українському кадастрі виключається похибка, яку містять аналогові матеріали. Разом з тим, аналогові карти легко приєднуються в ГІС як окремі шари інформації.

Результати досліджень. У результаті досліджень сформовано 869 окремих земельних ділянок загальною площею 2591,2148 га. Серед них: земельні ділянки, що знаходяться у приватній власності громадян; землі запасу (земельні ділянки не надані нікому у власність і користування); ділянки, відомості про які відсутні в державному земельному кадастрі України (рис. 2).

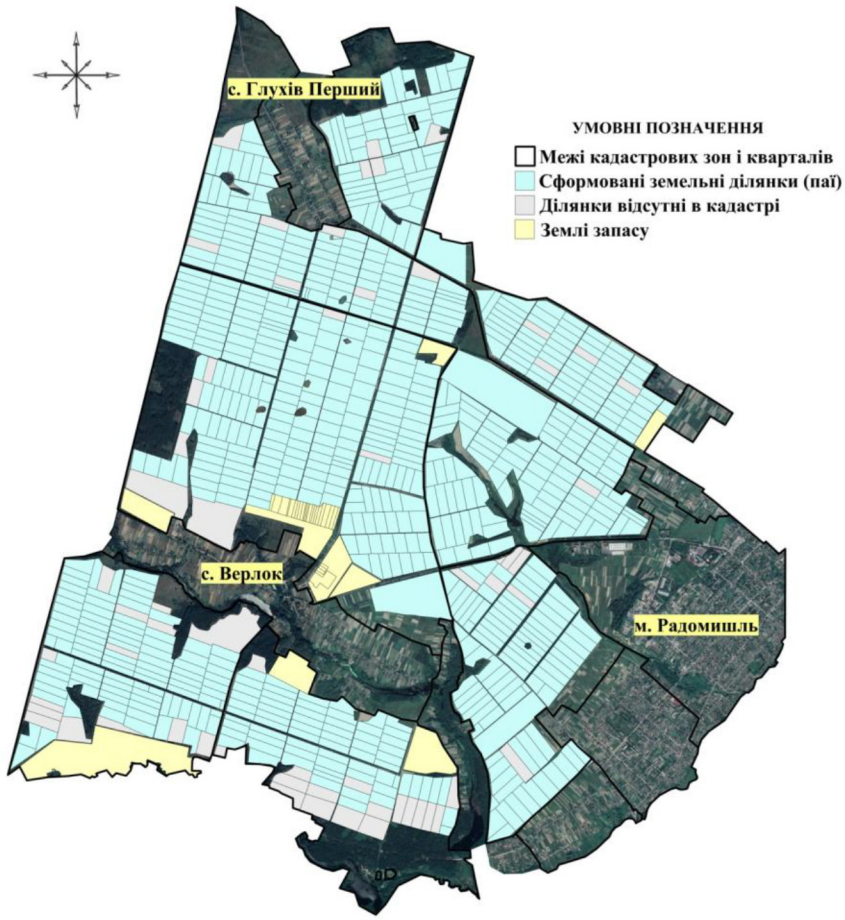


Рис. 2. Розташування земельних ділянок сільськогосподарського призначення у розрізі власників

Межі ділянок, сформовані картографічно, здебільшого, ніяк не позначені на місцевості, оскільки перебувають в межах одного поля, що знаходиться в оренді певного орендаря. Це добре видно на місцевості та на супутникових знімках території. Тому наявність створених картографічних матеріалів є необхідною для проведення землеустрою території, організації полів, проектуванні меж сівозмін, для визначення місця розташування кожної земельної ділянки, здійснення обміну ділянками між орендарями та для візуалізації всієї території і її елементів в межах громади. Загальна площа пайових ділянок сформованих в кадастрі становить 2187,1653 га. За результатами картографування встановлено, що середня площа паю становить 2,8 га. Кожна земельна ділянка має під'їзд. Разом з тим, не всі польові дороги (що утворились на карті розподілу колишніх колгоспних земель між учасниками колективної власності) присутні на місцевості. Більшість з них є розореними та попадають в площу полів орендних господарств. На основі даних досліджень встановлено, що майже 12 га польових доріг використовується не законно в межах полів, без заключення договорів оренди. Як наслідок, місцева

громада недоотримує орендну плату за використання її території. Враховуючи ставку орендної плати та середній розмір грошової оцінки в межах громади це майже 19 тис. грн.

Ділянки земель запасу мають більшу площу, в порівнянні з земельними ділянками окремих власників та є потенційними для нових орендних відносин. Проте не всі вони можуть бути розглянуті громадою саме в якості орних земель. Серед них є громадські пасовища, також ділянки, що безпосередньо межують з населеними пунктами, можуть слугувати для їх розширення та надаватися громадянам для обслуговування житлових будинків. Загальна земельна площа земель запасу в межах досліджуваної території складає 163,9848 га, яка включає 35 земельних ділянок.

Загальна площа земельних ділянок на досліджуваній території, відсутніх в земельному кадастрі України становить 240,0647 га та об'єднує 61 ділянку. Дані території розташовуються хаотично поміж сформованих в кадастрі земель та їх місце розташування не залежить від місцевої системи землеустрою. Здебільшого це не витребувані земельні частки (паї), або на ці ділянки не оновлені документи, що посвідчують власність на них. Відомо, що з 2024 року не витребувані ділянки перейдуть у власність громади. Тому актуальність встановлення їх місця розташування є зрозумілою.

Орендні відносини на досліджуваній території є досить активними. Загалом присутні 8 різних орендарів, які орендують в загальному 656 земельних часток (паїв) на площі 1856,7328 га. Найбільший орендний земельний банк має ПП «Верлоцьке», що складає 60 % від загальної орендної площі земель. Загалом переважаючими орендарями є товариства з обмеженою відповідальністю, порівняно невелика частина припадає на фермерські господарства, також орендують землю громадяни, які не є власниками паїв на цій території (табл. 1).

Таблиця 1

Кількість та площі орендних ділянок в межах досліджуваної території

Орендар	Кількість ділянок	Загальна площа оренди, га
Приватне підприємство «Верлоцьке»	416	1123,681
Товариство з обмеженою відповідальністю «Агровіва»	149	412,7311
Товариство з обмеженою відповідальністю «Овочеве підприємство»	43	115,5179
Фермерське господарство «Олмі»	25	60,8678
Сільськогосподарське товариство «Нива»	12	50,6629
Товариство з обмеженою відповідальністю «Благодійний союз»	3	8,5405
Фермерське господарство «Агрофірма Фрутко»	1	47,9342
Громадяни	7	36,7974

До кожної земельної ділянки сформовано семантичну інформацію у складі: кадастрового номеру кожної ділянки, прізвища власника, площі, дати реєстрації права власності, даних про орендаря, дати реєстрації договору оренди у державному реєстрі нерухомого майна, терміну дії орендних відносин та оцінки земельної ділянки. Ці дані існують у ГІС середовищі, що дозволяє постійно оновлювати

інформацію про земельні ділянки та вести постійний моніторинг ситуації орендних відносин.

Прізвища усіх власників земельних часток (паїв) встановлено на 718 земельні ділянки, що сформовані в кадастрі. Дані про власників 55 земельних ділянок відсутні в кадастровій базі. Здебільшого це ділянки, на які не заключні договори оренди. Наявність прізвища власників у сформованій базі семантичної інформації дозволяє візуалізувати місце розташування земельної ділянки певного власника та швидко надавати інформацію потенційному орендарю.

В результаті обробки семантичних даних створено тематичну карту орендарів (рис. 3), яка демонструє наявність оренди ділянок та хто їх орендує. Слід відмітити, що земельні відносини, особливо на такій великій території, постійно змінюються, тому для використання наших досліджень необхідно їх постійно поновлювати, що дозволяє зробити формат картографічних даних, в якому вони

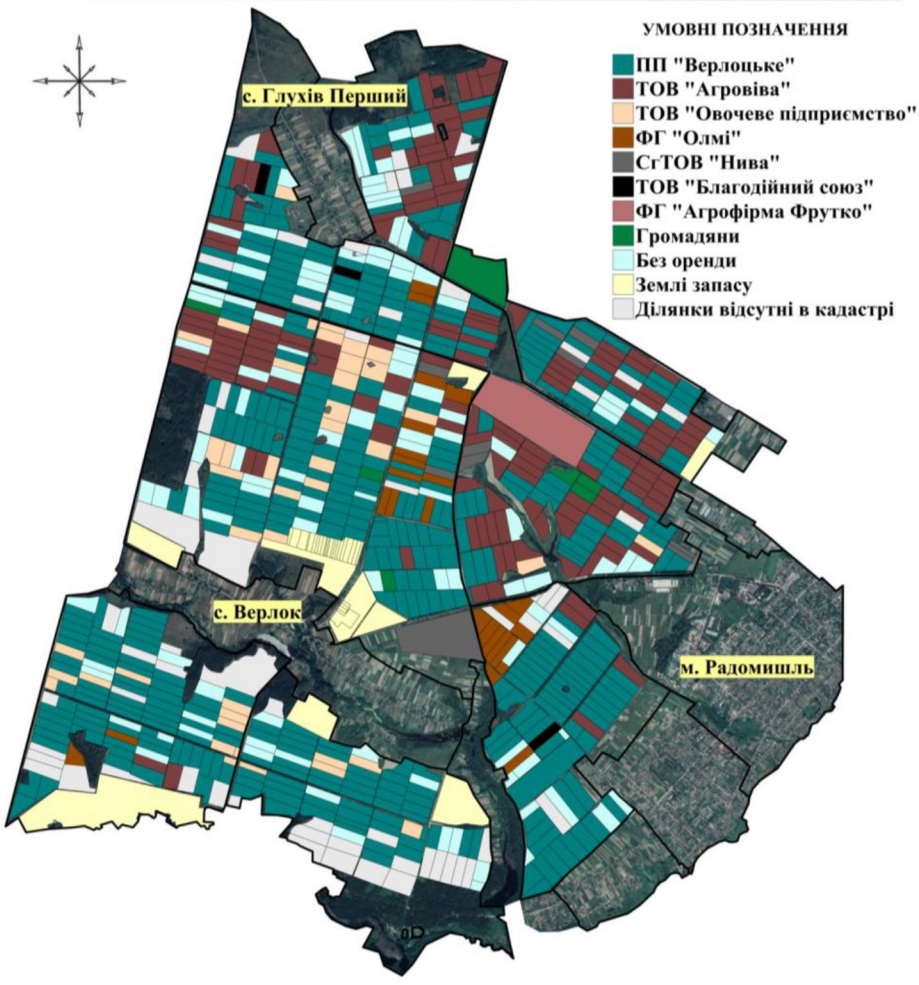


Рис. 3. Розташування земельних ділянок сільськогосподарського призначення у розрізі орендарів

сформовані. Разом з тим, візуалізація даних дає змогу вирішувати питання по організації території орних земель та залученню інтересів усіх учасників земельних відносин, при чому, не лише тих, що вже діють в межах території досліджень, а й усіх охочих вести тут сільськогосподарське виробництво. Тематична карта презентує тотальну перевагу одного з орендарів. Інші орендарі заключили договори оренди на ділянки, які є розпорошеними за своїм місцем розташування серед орендних ділянок ПП «Верлоцьке». Дана картографічна ситуація демонструє планові рішення землеустрою щодо збільшення в подальшому земельного банку переважаючого орендаря, або впорядкування меж полів з тим, щоб інші орендарі могли формувати поля у вигляді цілісних, а не роздроблених, масивів. Зараз конкуренція щодо попиту на оренду паїв є високою. Навіть за умов воєнного стану. Це доводить факт стимулювання аграрного сектору за рахунок запровадженої державою нормативної вимоги автоматичного продовження договорів оренди на рік, у випадку закінчення їх строку під час війни [21].

В результаті аналізу бази даних земельних ділянок встановлено, що більшість з них орендовано на сім років. Загальна кількість ділянок з таким терміном оренди – 345, що займають площу 1017,2798 га. З них 191 ділянку загальною площею орендує ПП «Верлоцьке», 20 ділянок загальною площею 48,9756 га – фермерське господарство «Олмі», 1 ділянку площею 3,0782 – ТОВ «Агровіва», три ділянки орендують громадяни, а також три ділянки орендує ТОВ «Овочеве підприємство», яке є переважаючим орендарем у більшості округів Радомишльської громади. Також 148 договорів оренди заключено на 10 років. Тенденція по орендарям зберігається подібним чином, як представлено вище. Є ділянки з терміном оренди 15–20 років, їх порівняно менше, але їх загальна площа – 113,803 га. Переважаючим орендарем на такий термін оренди є ТОВ «Овочеве підприємство». Також є ділянки, на які термін оренди становить 50 років. Це 8 ділянок загальною площею 22,6399 га, на одну ділянку заключено договір оренди на 100 років. Такий тривалий термін договору оренди можливий на правах емфітевзису (виду користування земель сільськогосподарського призначення). Термін оренди більшості ділянок спливає у 2026 (рис. 4).

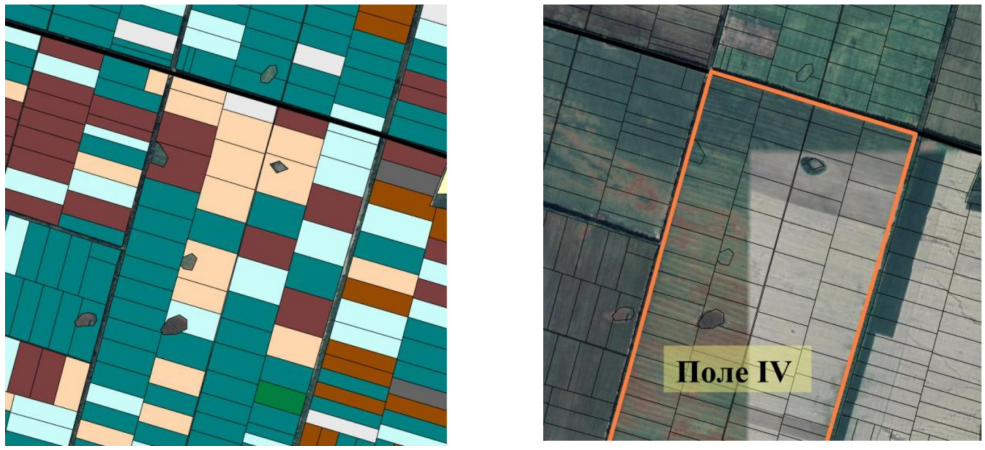
В умовах конкуренції та високого попиту на оренду паїв дані про закінчення терміну оренди є досить корисними для збільшення земельного банку кожного

Рис. 4. Термін дії договорів оренди в межах досліджуваної території

з учасників орендних відносин. Для землевласника після завершення терміну договору оренди є можливість змінити орендаря та обрати кращі орендні умови, в тому числі, збільшення орендної плати. Або припинити орендні відносини з ціллю самостійного обробітку своєї ділянки. Ще більший попит серед потенційних орендарів справляють ділянки, на які ще не заключні договори оренди. Загалом на 117 ділянок на площі 330,4325 га оренда не заключна на момент досліджень.

Не можливо також заключити договори оренди на ділянки, відомості про які відсутні в державному земельному кадастрі. Адже передумовою будь яких правових відносин щодо земельних ділянок є формування останніх в кадастрі з присвоєнням кадастрового номеру та відкриттям поземельної книги. Наразі, у зв'язку з воєнним станом в Україні, процес формування ділянок в кадастрі призупинено для захисту даних координат поворотних точок їх меж. Вирішення цього питання буде ще досить довго актуальним і після війни.

Ділянки різних орендарів розташовані хаотично, або «шахматкою», присутні вклинювання, роздрібнювання орендних масивів іншими орендарями. Також спостерігається нерівномірне розташування ділянок, що є в оренді певного орендаря, за площею. Через це виникає ситуація, коли в межі одного поля потрапляють земельні ділянки різних орендарів (рис. 5). За таких умов складно вести мову про впорядкування орних земель без попереднього обміну земельними ділянками. При цьому досить важко дотримуватись принципу еквівалентності оскільки ґрунтові умови території досить строкаті. Крім того, частина ділянок, що орендовані не завжди використовуються через заліснення, або заростання чагарниками. Як правило, на таких територіях розташовуються бідніші ґрунти з нижчим балом бонітету. Такі ділянки наразі запроектовані на розчищення та становлять лише 5 % від площі ріллі. Витрати на вирубку лісових та чагарникових насаджень, так як і якість земель, враховуються при обміні ділянками серед орендарів. Крім того, ділянки, на які не заключні договори оренди, знаходяться поміж орендованих паїв та входять в площу полів без виділення меж цих ділянок на місцевості. Це означає використання земельної площі, що перебуває у власності інших осіб,



а) Фрагмент тематичної карти орендарів

б) Фрагмент карти полів

Рис. 5. Формування меж полів з урахуванням оренди земельних часток (паїв)

сільськогосподарськими товаровиробниками без сплати оренди. Така ж ситуація, щодо обробітку земельних ділянок, відсутніх в кадастрі. Договори оренди на такі ділянки мають бути заключені з територіальною громадою у випадку не витребуваної власності, або з власниками ділянок з попереднім формуванням ділянок в кадастрі. Проведене дослідження містить усю необхідну інформацію для встановлення місця розташування таких площ та їх власників.

Відомо, що розмір орендної плати визначається договором, але законом України встановлено найменшу її межу, яка не має бути меншою від розміру земельного податку та, разом з тим, не може перевищувати 12 % грошової оцінки земельної ділянки [22]. Тому для встановлення орендної плати необхідно мати відомості про грошову оцінку земельних ділянок, які беруться в оренду. За допомогою проведеного аналізу семантичної інформації досліджуваної території встановлено, що середній розмір грошової оцінки сільськогосподарських земельних ділянок складає близько 13 тис. грн. за гектар. Грошова оцінка відображає якість ґрунтового покриву. Найменша вартість ділянки становить 7850 грн., тут розташовуються землі з найнижчою родючістю та низьким балом бонітету в межах досліджуваної території. Це дерново-підзолисті глинисто-піщані ґрунти. Найбільшу грошову оцінку мають ділянки з дерново-підзолистими легкосуглинковими ґрунтами (табл. 2).

Таблиця 2

Грошова оцінка земельних ділянок відповідно даним кадастру

Орендар	Середній розмір ділянки га	Середній розмір грошової оцінки ділянки, грн.		Найменша вартість 1 га		Найбільша вартість 1 га	
		грн	EUR	грн	EUR	грн	EUR
ПП «Верлоцьке»	2,7	10 874	369	7850	266	13 898	471
ТОВ «Агровіва»	2,7	14 376	487	13 110	444	15 642	530
ТОВ «Овочеве підприємство»	2,6	14 523	492	13 914	472	15 132	513
ФГ «Олмі»	2,5	9264	314	8965	304	9564	324
СгТ «Нива»	4,6	11 433	388	8593	291	14 273	484
ТОВ «Благодійний союз»	2,5	14 827	503	14 268	484	15 386	522
ФГ «Агрофірма Фрутко»	47,8	15 149	514	15 149	514	15 149	514
Громадяни	5,2	13 750	466	12 543	425	14 957	507

Таким чином, встановлено, що грошова оцінка 1 гектара ріллі коливається від 266 EUR та до приблизно 500 EUR, що значно нижче, ніж, наприклад, в країнах Європейського Союзу. Від розміру грошової оцінки також відштовхуються при здійсненні цивільно-правових угод купівлі-продажу земельних часток (паїв). Проте ціна продажу може бути збільшена за згодою сторін попиту та пропозиції. Користуючись проведеними дослідженнями легко встановити місце розташування земельних ділянок гіршої та кращої якості, що дозволить формувати рішення про заключення договорів оренди, планування меж полів, формування орендної плати, розгляд пропозицій купівлі-продажу.

Отже, у результаті досліджень сформовано картографічну платформу, яка візуалізує межі земельних ділянок, навіть тих, яких немає в кадастрі та на місцевості.

Представлене картографічне ядро також наповнене семантичною інформацією про кожну з них, а саме: про власника, площу, цільове призначення, орендаря, грошову оцінку земельної ділянки. Крім того, сформовано тематичну карту, що відображає орендні відносини. Встановлено, що більшу частину ділянок передано в оренду сільськогосподарським товариствам. Жодна із ділянок не обробляється власником. Представлена ситуація щодо структури земельних угідь та їх використання характерна більшості громад північної частини України. Відмінність полягає у кількості орендних підприємств, також є одиничні громади з орендною площею лише одного орендаря. Що стосується землекористувань середніх та південних областей країни, там кількість орендарів зменшуються та збільшуються площі орендованої землі у їх користуванні. Це пов'язано з більш тривалими орендними відносинами у цих областях та землями кращої якості з чорноземними ґрунтами. Наразі ми ще вивчаємо землеустрій цих територій.

Висновки та перспективи подальших досліджень. На основі даних державного земельного кадастру здійснено аналіз використання території, що відображає сучасний стан об'єктів і суб'єктів землеустрою та їх взаємозв'язок. Зокрема, встановлено просторове розташування меж усіх земельних ділянок у складі кадастрових зон і кварталів. Поворотні точки меж сформовано за принципом XML формату даних, який розглядається, як єдиний формат підтримки картографічних об'єктів Європейської земельної інформаційної служби (EULIS). Це дозволить не тільки інформативне злиття українських даних з європейськими кадастровими системами, а й створю є умови проведення раціонального землеустрою. За рахунок встановлення меж земельних ділянок було виконано візуалізацію їх місця розташування в межах округу громади, що також є невід'ємною складовою землеустрою будь якої території. У результаті аналізу просторової та семантичної інформації визначено, що сільськогосподарська освоєність території громади складає 60 %. Сюди входять земельні ділянки сформовані в кадастрі, а також такі, що відсутні у кадастровій базі. Виявлено, що близько 582 гектари площі використовується без заключення договорів оренди. Сюди відносяться розорені польові запроектовані між паями дороги, земельні ділянки, відомості про які відсутні в земельному кадастрі та ділянки власників, з якими не оформлені орендні відносини. Загалом, в межах досліджуваної території діє 10 різних с.-г. виробників. В тому числі: 4 товариства з обмеженою відповідальністю, 2 фермерських господарства, 1 приватне підприємство та троє громадян. Переважаючим орендарем за площею орендної землі є ПП «Верлоцьке». Решта орендарів мають земельний банк значно меншої площі. Термін оренди здебільшого складає 7 років. Проте існують випадки заключення емфітевзису на 50 та 100 років. Створена тематична карта орендних відносин та карта полів підтверджують факт необхідності обміну орендними ділянками між орендарями через вклинювання та роздрібнення земель різних орендарів. Немає жодного поля з ділянками лише одного орендаря. Ґрунтові умови території мають невисокі якісні характеристики, що відображає їх грошова оцінка. Найбільша вартість не перевищує 16 тис. грн. га гектар.

Таким чином, проведені дослідження в межах Верлоцького округу Радомишльської громади не тільки дають уяву про сучасний стан землеустрою, а й створюють підґрунтя для подальшої трансформації земельних відносин, перерозподілу земельного банку між орендарями, зручного проектування меж полів, планування використання території громади загалом, постійного моніторингу змін земельних площ, їх власників і користувачів. Крім того, проведена робота має комерційне значення та практичне застосування. Замовниками такого аналізу території

є потенційні орендарі та органи місцевого самоврядування для отримання зручної та актуальної картографічної інформації про наявність земель без оренди, кількість площ та місце розташування ділянок, що використовуються не законно, виявлення ділянок не витребуваної спадщини, а також без кадастрових номерів. Така інформація використовується також, як основа для формування рішень щодо використання сільськогосподарських земель громади. Чим підкреслюється практична значущість проведеного дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Sodoma R., Shmatkovska T., Dziamulych M., Vavdiiuk N., Kutsai N., Polishchuk V. Economic efficiency of the land resource management and agricultural land-use by agricultural producers. *Scientific papers series management, economic engineering in agriculture and rural development*. Vol. 21. 2021. P. 524–535.
2. Kuryltsiv R., Hernik J., Kryshenyk N. Impact of land reform on sustainable land management in Ukraine. *Acta scientiarum polonorum-formatio circumiectus*. № 17 (2). 2018. P. 105–115.
3. Public Service of Ukraine for Geodesy, Cartography and Cadastre. URL: https://land.gov.ua/ (дата звернення: 15.01.2026).
4. Public cadastral map of Ukraine. URL: https://map.land.gov.ua/ (дата звернення: 30.01.2026).
5. Mika M., Kotlarz P., Jurkiewicz M. Strategy for Cadastre development in Poland in 1989–2019. *Survey Review*. Vol. 52(375). 2020. P. 555–563.
6. Mjøs L. B. Cadastral development in Norway: the need for improvement. *Survey review*. № 52(375). 2019. P. 473–484.
7. Gaudesius R. Spatial planning in the Baltic States, affected by depopulation. *Geodesy and Cartography*. № 70 (1). 2021. P. 1–16.
8. An official website of the European Union. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32007L0002 (дата звернення: 30.01.2026).
9. An official website of the European Union. URL: https://joinup.ec.europa.eu/collection/egovernment/solution/european-land-information-service-eulis/about (дата звернення: 10.01.2026).
10. Ramamurthy V. Trends in Land Resource Management and Land Use Planning geospatial technologies in land resources mapping, monitoring and management. *Geotechnologies and the Environment*. № 21. 2018. P. 517–549.
11. Ertunc E., Cay T. Comparison of three different optimization-based land reallocation models in land consolidation: a case study in Aydin/Turkey. *Fresenius environmental bulletin*. № 28 (5). 2019. P. 3704–3712.
12. Janus J., Ertunc E. Differences in the effectiveness of land consolidation projects in various countries and their causes: Examples of Poland and Turkey. Land use policy. 2021. 108 p.
13. Guo B. B., Fang Y. L., Zhou Y. K. Monitoring the effects of land consolidation on the ecological environmental quality based on remote sensing: A case study of Chaohu Lake Basin, China. *Land use policy*. № 95. 2020. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837719320186 (дата звернення: 15.01.2026).
14. Clough Y., Kirchweger S., Kantelhardt J. Field sizes and the future of farmland biodiversity in European landscapes. *Conservation letters*. № 13 (6). 2020.
15. Guo L., Pei Z. Y., Zhao C. M. Active-Active model of Contract Farmer and Contracted Land for Rural Land Contractual Management Data. *8th International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics)* Turkey : Istanbul, 2019. 46 p.
16. Marks-Bielska R., Zielinska A. Leasing of agricultural land versus agency theory: the case of Poland. *Ekonomia i Prawo-Economics and Law*, № 17 (1). 2018. P. 83–102.

17. Fedchyshyn D., Ignatenko I., Leiba L. Land-use rights for agricultural land in Ukraine. *Ius humani-revista de derecho*. № 9 (1). 2020. P. 159–178.

18. Bojnec S., Ferto I. Does human capital play an important role in farm size growth? The case of Slovenia. *New medit*. № 20 (1). 2021. P. 57–69.

19. Parausic V., Subic J., Nikolic S.R. Harnessing tangible and intangible assets in the context of European integration and globalization: challenges ahead. *6th International Conference on Economic Scientific Research – Theoretical, Empirical and Practical Approaches (ESPERA) VOLS I-II*. Romania : Bucharest, 2021. P. 1027–1038.

20. Drebot, O., Zubova, J., Khant, H., Hurelia V., Sknypa N. Analysis of the agricultural land use in Ukraine on the example of the united community. *Advances in geodesy and geoinformation*. № 71 (1). 2022.

21. On the introduction of changes to some legislative acts of Ukraine regarding the creation of conditions for ensuring food security in the conditions of martial law: Law of Ukraine № 2145-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-20/conv#Text (дата звернення: 25.01.2026).

22. Tax code of Ukraine №2755-VI (2020, December). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text (дата звернення: 30.01.2026).

Дата першого надходження статті до видання: 30.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 528.46:711
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.40

ВПЛИВ СУЧАСНИХ ТЕМПЕРАТУРНИХ АНОМАЛІЙ НА РОЗВИТОК АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПОСУХ

Ласло О. О. *– к.с.-г.н., доцент,*
доцент кафедри землеробства і агрохімії імені В. І. Сазанова
Державний вищий навчальний заклад
«Полтавський державний аграрний університет»
orcid.org/0000-0002-0101-4442

У статті висвітлено результати, що підтверджують факт підвищення температури повітря, як одного із ключових чинників трансформації режиму зволоження та розвитку агрометеорологічних посух, особливо у Лісостеповій зоні України. Збільшення частоти і масштабів температурних аномалій, які суттєво сприяють формуванню посушливих умов, приводять до значних втрат ґрунтової вологи, порушення водного балансу в ґрунтах і зниження їх здатності до природного відновлення родючості. Використання стандартизованого індексу посухи SPEI дозволяє враховувати як дефіцит опадів, так і збільшення потенційної евапотранспірації через температурні аномалії. Аналіз даних Полтавської області за період 2015–2025 років показав поступове підвищення середньорічних температур та збільшення амплітуди міжрічних і внутрішньорічних коливань, зокрема після 2022 року. Найбільш критичним став 2024 рік із рекордно високими температурами, які призвели до різкого дефіциту продуктивної вологи у ґрунті, погіршення мікробіологічної активності, прискорення мінералізації гумусу та деградації структури орного шару. Навіть роки з помірним рівнем опадів демонструють підвищений ризик посухи через температурно-індуковане випаровування. Розрахунки SPEI підтвердили, що агрометеорологічні посухи негативно впливають на потенційну урожайність зернових і технічних культур, знижуючи стабільність виробництва. Прогноз на 2026–2030 роки вказує на збереження тенденції до тепліших зим, ранніх весен і спекотного літа з нерівномірним розподілом опадів, що вимагатиме застосування адаптаційних агротехнічних заходів, таких як мульчування, збереження органічної речовини, сівозміна з посухостійкими культурами та системи точного зрошення. Використання індексу SPEI є ефективним інструментом для кількісної оцінки впливу температурних аномалій і змін опадів на розвиток агрометеорологічних посух та їх наслідки для родючості ґрунтів.

Ключові слова: *індекс SPEI, агрометеорологічні посухи, евапотранспірація, температурні аномалії, дефіциту продуктивної вологи у ґрунті.*

Laslo O. O. Influence of current temperature anomalies on the development of agrometeorological droughts

Recent studies indicate that rising air temperatures have become one of the primary drivers of changes in moisture regimes and the development of agrometeorological droughts, particularly in the Forest-Steppe zone of Ukraine. The use of the standardized drought index, SPEI (Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index), allows for a comprehensive assessment that incorporates not only precipitation deficits but also increased potential evapotranspiration associated with temperature anomalies. This approach is especially relevant in regions experiencing heightened climatic variability. An analysis of meteorological data for the Poltava region over the period 2015–2025 revealed significant shifts in temperature regimes, including warmer winters, earlier springs, and hotter summers, leading to accelerated soil moisture depletion. The most critical year within this period was 2024, characterized by extremely high temperatures throughout the growing season, which resulted in substantial reductions in productive soil moisture, decreased microbial activity, accelerated humus mineralization, and degradation of the arable layer structure. Even

© Ласло О. О., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

years with moderate precipitation demonstrated increased drought risk due to temperature-driven evapotranspiration. SPEI calculations showed that negative index values strongly correlated with reductions in potential crop yields, particularly for cereals and industrial crops, highlighting the vulnerability of agricultural systems to temperature anomalies. The period after 2022 displayed a marked increase in interannual and intra-annual variability, with extreme months contributing to sharp negative SPEI values, indicating heightened susceptibility to drought conditions. Projections for 2026–2030 suggest the continuation of warmer winters, earlier springs, and hot summers with uneven precipitation distribution, which will likely exacerbate the frequency and intensity of summer droughts. Adaptive agricultural strategies are recommended to mitigate these risks, including mulching, maintenance of soil organic matter, crop rotation incorporating drought-tolerant species, conservation tillage, and precision irrigation systems. The SPEI index is confirmed as an effective tool for quantitative assessment of the combined effects of temperature anomalies and precipitation changes on the formation of agrometeorological droughts and their impacts on soil fertility. Implementing these strategies can help maintain productive soil moisture, stabilize crop yields, and reduce the negative consequences of ongoing climate change for agricultural production in the Poltava region.

Key words: *SPEI index, agrometeorological droughts, evapotranspiration, temperature anomalies, deficit of productive moisture in the soil.*

Постановка проблеми. Сучасні дослідження свідчать, що зростання температури повітря є одним із ключових чинників трансформації режиму зволоження та розвитку агрометеорологічних посух. Використання стандартизованих індексів посухи, зокрема SPEI, дозволяє враховувати не лише дефіцит опадів, а й підвищення потенційної евапотранспірації, що зумовлене температурними аномаліями. Це особливо актуально для регіонів із посиленням кліматичної мінливості, таких як Лісостеп України. В Україні останніми роками фіксується зростання частоти та інтенсивності температурних аномалій, які безпосередньо впливають на формування посушливих умов. За таких обставин підвищуються втрати ґрунтової вологи, порушується водний режим ґрунтів і знижується ефективність природного відновлення їх родючості. Ці процеси мають прямий вплив на сільськогосподарське землекористування, зокрема через зниження стабільності урожайності та підвищення ризиків деградації ґрунтового покриву.

Індекс SPEI є чутливим інструментом для виявлення посух у умовах глобального потепління, оскільки враховує комплексну дію температури й опадів. Саме температурний чинник дедалі частіше виступає домінуючим у формуванні посух в аграрному секторі, навіть у роки без значного зменшення атмосферних опадів. Це призводить до зниження продуктивної вологи в ґрунті, погіршення мікробіологічної активності та прискорення мінералізації гумусу. Дослідження доводять, що негативні значення SPEI тісно корелюють зі зниженням урожайності основних сільськогосподарських культур [1]. Високі температури у поєднанні з дефіцитом вологи погіршують умови формування кореневої системи, зменшують коефіцієнт використання поживних речовин і сприяють деградації структури ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У наукових дослідженнях останніх десятиліть проблема агрометеорологічних посух розглядається в контексті глобальних і регіональних кліматичних змін, ключовим проявом яких є зростання температури повітря та підвищення випаровуваності [3]. Українські й закордонні автори сходяться на думці, що сучасні посухи дедалі частіше формуються не лише через дефіцит опадів, а унаслідок посилення температурного фактору, який зумовлює негативний водний баланс агроекосистем.

В публікаціях українських дослідників, О. І. Гончаренко, О. В. Шевченко, Т. В. Ільєнко, Д. М. Шерстюк [7, 8, 9], значна увага приділяється методам оцінки посух із використанням стандартизованих індексів, зокрема SPEI. Автори наголошують, що

для умов України, де в останні роки спостерігається стійке потепління, традиційні індекси, засновані лише на опадах, не повністю відображають реальний рівень агрокліматичного стресу. Включення температури через потенційну евапотранспірацію дозволяє точніше ідентифікувати періоди прихованої або «температурно-індукованої» посухи. Особливу актуальність ця проблема має для Полтавської області, яка розташована в межах Лісостепу України і традиційно характеризується високим аграрним потенціалом. В області впродовж останніх 10–15 років відбувається зміщення сезонної структури температур: тепліші зими, ранні весни та спекотніші літні періоди. Це призводить до раннього початку вегетації, прискореного виснаження запасів продуктивної вологи в ґрунті та зростання ризику весняно-літніх агрометеорологічних посух, навіть за близьких до норми сум опадів.

Дослідження S. M. Vicente-Serrano, A. Gholinia, T. Sinore, A. T. Samim [2, 4, 5, 6] розглядають посухи в ширшому кліматичному контексті та підтверджують універсальний характер впливу температурних аномалій на водний баланс. У їх працях доведено, що зростання температури повітря є домінуючим чинником зниження ефективного зволоження в агроландшафтах помірної зони. Індекс SPEI визнано одним із найбільш інформативних інструментів для аналізу посух в умовах глобального потепління, оскільки він відображає кумулятивний ефект температури та опадів на різних часових масштабах.

Важливим аспектом, який підкреслюють як українські, так і закордонні автори, є вплив агрометеорологічних посух на родючість ґрунтів. Підвищення температури у поєднанні з дефіцитом вологи призводить до зниження біологічної активності ґрунтів, погіршення структури орного шару, інтенсифікації мінералізації гумусу та зменшення вмісту продуктивної вологи. Для чорноземів Полтавської області, які є основою високої врожайності, ці процеси становлять особливу загрозу, оскільки порушують природні механізми відновлення родючості.

Постановка завдання: вивчення впливу сучасних температурних аномалій та змін режиму опадів на розвиток агрометеорологічних посух у Полтавській області в 2015–2025 роках та прогнозована оцінка їхнього впливу на родючість ґрунтів за допомогою індексу SPEI.

Виклад основного матеріалу. Клімат Полтавської області помірно континентальний, з теплим літом і нестійким зволоженням, що зумовлює високу чутливість території до літніх агрометеорологічних посух. Дослідження у представленій праці спрямоване на аналіз впливу сучасних температурних аномалій та змін режиму опадів на розвиток агрометеорологічних посух у Полтавській області за період 2015–2025 років. Для оцінки посушливих умов застосовано стандартизований індекс SPEI, який враховує як дефіцит опадів, так і підвищену потенційну евапотранспірацію внаслідок температурних аномалій. Базовим періодом для стандартизації SPEI обрано 2015–2022 роки, що характеризуються відносно стабільним кліматичним режимом Полтавської області. Метеорологічні дані, що надані Полтавським обласним центром з гідрометеорології, включають щомісячні показники температури повітря та кількості атмосферних опадів.

Методика дослідження включала: розрахунок SPEI для літніх місяців з метою визначення короткочасних та середньострокових посух; порівняння річних та сезонних коливань температури та опадів із базовим періодом для оцінки аномалій; аналіз впливу температурного фактору на водний баланс ґрунту та продуктивну вологу; прогнозування ймовірних тенденцій посух на період 2026–2030 років та визначення агротехнічних заходів адаптації. Для оцінки літніх умов зволоження застосовано індекс SPEI, розрахований за методикою Vicente-Serrano [6].

Потенційна евапотранспірація визначалася за методом Торнтвейта на основі середньомісячної температури повітря. Індекс обчислено для літнього сезону (SPEI-3) з використанням опадів та кліматичного водного балансу за базовий період 2015–2022 рр.

Отримані результати дозволяють оцінити взаємозв'язок температурних аномалій та режиму опадів із формуванням агрометеорологічних посух і їхнім впливом на родючість ґрунтів у Полтавській області.

Результати досліджень. У період 2015–2025 років температурний режим (рис. 1) у Полтавській області зазнав помітних змін, що мають принципове значення для розрахунку індексу посухи SPEI, оскільки температура безпосередньо визначає величину потенційної евапотранспірації.

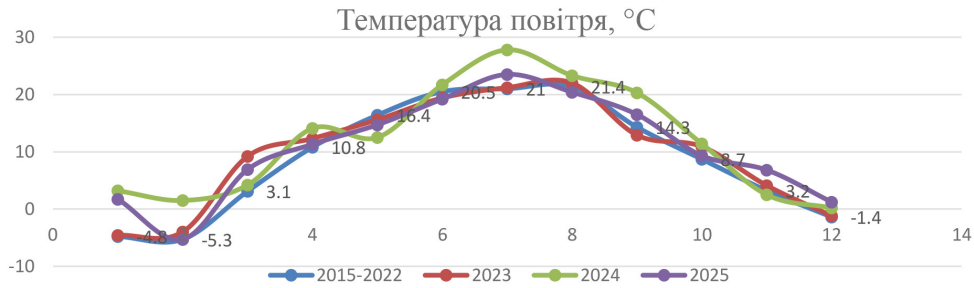


Рис. 1. Розподіл показників температури повітря на території Полтавської області упродовж 2015–2025 рр.

За базовий період прийнято середні показники за 2015–2022рр. по Полтавській області, що характеризується відносно стабільним кліматичним фоном, типовим для лісостепової зони. Зими були холодними з від'ємними середніми температурами, весна відзначалася швидким підвищенням температур, а літні місяці мали помірно теплий характер без виражених екстремумів. Саме цей період доцільно використовувати як кліматичну норму для стандартизації SPEI.

Починаючи з 2023 року спостерігається стійке підвищення температури повітря упродовж більшої частини року. У 2023 році найбільш вираженим було потепління ранньої весни та осені, що зумовило ранній початок вегетаційного періоду та збільшення випаровування вже з березня. Літній період цього року залишався близьким до кліматичної норми, тому вплив температури на розвиток посухи був помірним і значною мірою залежав від режиму опадів.

2024 рік вирізнявся різко аномальним тепловим режимом і став найбільш критичним у всьому аналізованому нами інтервалі. Дуже тепла зима практично без стійкого морозного періоду, значно теплі весняні місяці та екстремально спекотне літо призвели до різкого зростання потенційної евапотранспірації. Високі температури зберігалися також на початку осені, що подовжило період дефіциту вологи. За таких умов навіть середні за кількістю опади не могли компенсувати втрати вологи, що створювало передумови для сильної або екстремальної посухи за індексом SPEI.

У 2025 році температурний режим був менш екстремальним, але загалом теплішим за базовий період. Зима залишалася м'якою, весна – відносно теплою, а літо характеризувалося стабільно підвищеними температурами без різких піків, подібних до 2024 року. Це зумовило підвищену евапотранспірацію впродовж усього

вегетаційного періоду сільськогосподарських культур та формування підвищеного ризику посухи, особливо за дефіциту опадів у літні місяці.

Узагальнюючи, температурну динаміку 2015–2025 років у Полтавській області можемо стверджувати про перехід від відносно стабільного кліматичного режиму до більш теплого та енергоємного, з особливо різким зростанням температур після 2022 року. Найбільш несприятливим з огляду розвитку посухи є 2024 рік, тоді як 2023 і 2025 роки займають проміжне положення між кліматичною нормою та екстремальним сценарієм.

За 2015–2022 роки річний хід показників по кількості атмосферних опадів (рис. 2) був відносно згладженим і сезонно логічним. Найнижчі значення припадали на зимові місяці, поступово зростали навесні та досягали максимумів у літній період, після чого знижувалися восени. Такий режим забезпечував відносно стабільний баланс між атмосферними потребами у волозі та її надходженням. Для розрахунку SPEI цей період можна вважати умовною кліматичною нормою, за якої індекс у більшості місяців коливався навколо нульових або слабко негативних значень, без систематичних екстремумів.

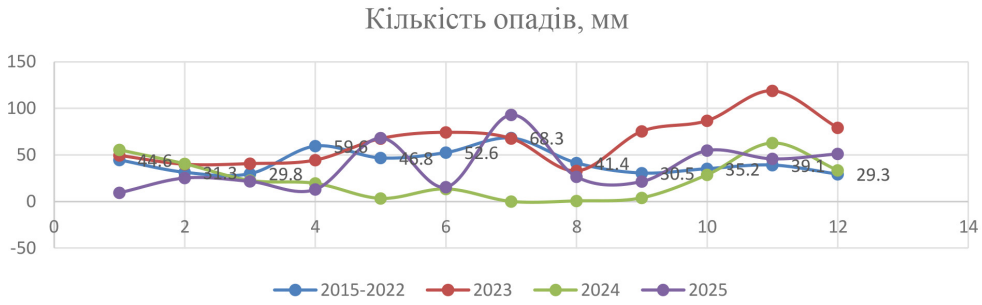


Рис. 2 Розподіл атмосферних опадів на території Полтавської області упродовж 2015–2025 рр.

У 2023 році чітко проявилася інтенсифікація процесів, особливо в другій половині року. Значення істотно зросли навесні та влітку, що свідчить про підвищену атмосферну активність і зростання потенційної евапотранспірації. Особливо показовими є осінні місяці, де значення суттєво перевищують базовий рівень. Для SPEI це означає, що навіть за наявності опадів водний баланс ставав напруженим, а посуха могла формуватися не лише влітку, а й восени. Загалом 2023 рік можна охарактеризувати як перехідний, з наростанням кліматичної нестабільності.

2024 рік є найбільш критичним у всьому ряді. Впродовж теплого періоду року значення різко зменшуються, у деякі місяці наближаючись до мінімальних або майже нульових рівнів. У поєднанні з високими температурами повітря (за попереднім аналізом) це створює надзвичайно несприятливі умови для водного балансу. Для індексу SPEI така ситуація є класичним прикладом формування екстремальної посухи, коли дефіцит вологи зумовлений не лише нестачею атмосферного надходження, а й надмірними втратами через випаровування. Навіть зростання показників наприкінці року не компенсує накопичений дефіцит.

У 2025 році картина є менш екстремальною, ніж у 2024-му. Спостерігається різка місячна мінливість: окремі періоди з високими значеннями змінюються фазами різкого спаду. Така «мозаїчність» свідчить про нерівномірний кліматичний режим, за якого SPEI може швидко змінювати знак і величину. Для агрокліматичної

оцінки це означає підвищений ризик короткочасних, але інтенсивних посух, особливо у весняно-літній період.

Узагальнюючи весь період, можна виділити кілька ключових тенденцій, важливих для розрахунку SPEI: після 2022 року зростає амплітуда міжрічних і внутрішньорічних коливань; підвищується роль екстремальних місяців, які формують різкі негативні значення SPEI; формується стійка схильність до водного дефіциту в теплий період року, навіть без повної відсутності вологи.

Аналіз показників за 2015–2025 роки показує, що кліматичні умови Полтавської області переходять від відносно урівноваженого режиму до стану підвищеної нестабільності. Для індексу посухи SPEI це означає зростання чутливості до температурного чинника та підвищену ймовірність формування посух різної інтенсивності. Найбільш несприятливим роком є 2024-й, тоді як 2023 і 2025 роки демонструють проміжний, але вже проблемний сценарій.

З урахуванням наявних даних можна очікувати подальшого посилення температурного чинника в структурі водного балансу. Найімовірнішим трендом є збереження тенденції до тепліших зим, ранніх весен та спекотних літ із нерівномірними опадами. За таких умов SPEI дедалі частіше фіксуватиме помірні та сильні посухи, особливо на коротких часових масштабах (SPEI-3 та SPEI-6), що є критичним для сільського господарства. Водночас періодичні надлишкові опади можуть формувати короткі фази відновлення, не змінюючи загального тренду до зростання кліматичних ризиків.

Співставлення температури повітря та кількості опадів за 2015–2025 роки свідчить про перехід клімату Полтавської області до режиму підвищеної евапотранспіраційної напруги. Якщо у базовий період водний баланс був відносно стабільним, то після 2022 року він стає дедалі більш залежним від екстремальних температур. За умов таких кліматичних аномалій значно зменшується продуктивна волога у ґрунті, яка необхідна для нормального росту і розвитку сільськогосподарських культур. Негативні температурні аномалії також впливають на біологічну активність ґрунтів: відбувається прискорена мінералізація органічної речовини та зниження вмісту гумусу, що безпосередньо погіршує структуру ґрунту і його здатність утримувати воду. У результаті спостерігається деградація орного шару, ущільнення ґрунту та зниження аерації. Для Полтавської області, де основними культурами є зернові та технічні рослини, це проявляється у зниженні потенційної урожайності на 10–25 % у роки посушливих умов.

Слід відмітити, тренди (рис. 3) на основі аналізу температури та опадів 2015–2025 рр. свідчить про ймовірне збільшення частоти та інтенсивності літніх

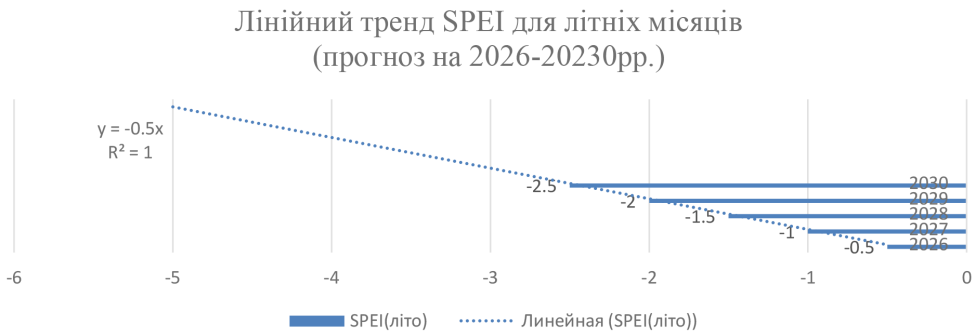


Рис. 3 Тренд SPEI для літніх місяців

посух у Полтавській області протягом наступних 2026–2030 років. Дані тренду демонструють стійку негативну динаміку SPEI, що свідчить про послідовне посилення літньої посухи. Показник зменшується щороку без ознак стабілізації чи відновлення. Так показники індексу характеризуються наступними прогнозами:

– 0,5 – продовження тенденції посушливих років: дефіцит вологи; зниження продуктивності ґрунтів, стрес культур перед дозріванням.

– 1 – підвищений ризик літньої посухи: часті теплові хвилі, значні втрати урожаю на полях без зрошення.

– 1,5 – екстремальний дефіцит вологи: порушення водного балансу ґрунтів; вилучення із сівозмін вологолюбних культур.

– 2 – критичний рівень для агрокультур: деградація ґрунтів, ризик пилових бур, значні втрати урожаю, зокрема і посухостійких сортів.

– 2,5 – потенційна екстремальна літня посуха: агрокліматична криза; потреба у адаптивних системах землеробства (мульчування, збереження органічної речовини, сівозміна з включенням посухостійких культур, системи точного зрошення, нульовий та мінімальний обробіток ґрунту). Реалізація цих заходів дозволить зберегти родючість ґрунтів, стабілізувати продуктивну вологу та забезпечити прогнозовану врожайність основних сільськогосподарських культур у Полтавській області за умов подальшого потепління та нестабільного розподілу опадів.

Висновки і пропозиції. Проведений аналіз температурних і опадових показників Полтавської області за період 2015–2025 років свідчить про підвищення середньорічних температур та нерівномірність опадів, що посилює ризик агрометеорологічних посух, особливо в літні місяці. Виявлено тенденцію до зростання температурних аномалій та зменшення продуктивної вологи ґрунту у критичні для росту культур періоди.

Розрахунки показали, що найбільші дефіцити води спостерігаються у липні–серпні 2024 та 2025 років, що підтверджує посилення температурного стресу та необхідність його врахування в агрометеорологічних прогнозах. Індекс SPEI виявився ефективним інструментом для кількісної оцінки впливу температурних аномалій і опадів на розвиток посух.

Отже, агрометеорологічні посухи негативно впливають на родючість ґрунтів Полтавської області, знижуючи продуктивну вологу, змінюючи структуру ґрунту та прискорюючи мінералізацію гумусу. Це, у свою чергу, зменшує потенційну урожайність основних сільськогосподарських культур, особливо зернових і технічних, та підвищує ризик нестабільності виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Çela G., Laçi S., Papathimiu S. Drought Assessment under Climate Change Using SPI, SPEI, and Hydrothermal Coefficient. *American Journal of Engineering Research* (AJER). 2025. Vol.14, Issue 6. pp. 65–72.

2. Gholinia A. Agricultural Drought Monitoring: A Comparative Review of Drought Indices. *Atmosphere*. 2024. Vol. 15. https://doi.org/10.3390/atmos15091129

3. Jabbi F. F. Impacts of Temperature Trends and SPEI on Crop Yields. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, 12480. https://doi.org/10.3390/su132212480

4. Samim A. T. Comprehensive drought assessment based on the SPEI: spatiotemporal dynamics and impacts. *Journal of Environmental Studies*. 2025. Том 62. https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2025.102893

5. Sinore T. Agricultural and meteorological drought variability assessment over the Rift Valley Lake Basin. *Environmental Sciences Europe*. 2025. 37, Article 213. https://doi.org/10.1186/s12302-025-01238

6. Vicente-Serrano S. M. A multiscalar drought index sensitive to global warming: SPEI. *Journal of Climate*. 2010. Vol. 23, pp. 1696–1718. https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1

7. Гончаренко, О. І. Індексація метеорологічної посухи. *Вісник географії*. 2019. Вип. 2(75). С. 71–77.

8. Ільєнко Т. В., Шерстюк Д. М. Індикатори кліматичних змін за даними супутникового моніторингу. *Агроекологічний журнал*. 2025. № 3. https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2025.340778

9. Шевченко О. В. Вплив кліматичних змін на сільськогосподарське землекористування в Україні. *Збалансоване природокористування*. 2023. https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2023.292725

Дата першого надходження статті до видання: 12.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 13.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 631.4/626,8
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.41

АГРОХІМІЧНИЙ СКЛАД ҐРУНТІВ З ОЗНАКАМИ НЕДОСТАТНЬОГО ЇХ ЗВОЛОЖЕННЯ[1]

Ткачук О. П. *– д.с.-г.н., професор,*
завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-0647-6662
Куземський В. М. *– аспірант кафедри екології та охорони навколишнього середовища,*
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0009-0001-5465-6932

Метою наших досліджень було встановити причинно-наслідкові зв'язки між недостатнім вмістом вологи у ґрунтах та агрохімічними характеристиками піщаних ґрунтів з ознаками пересушення. Ґрунти з низьким вмістом вологи мають низький вміст гумусу. Гумус, являючись органічною складовою ґрунту, має здатність поглинати і утримувати вологу. За низького вмісту гумусу у ґрунті накопичення вологи є мінімальним. Реакція ґрунтового розчину pH та гідролітична кислотність в меншій мірі залежать від вологості, а більше від вмісту гумусу та механічного складу ґрунту, хоча як низький вміст гумусу, так і підвищена кислотність в умовах нестачі вологості ґрунту підсилюють процеси опустелювання. Нітратний азот схильний до вимивання в глибші шари ґрунту, особливо на легких ґрунтах в умовах надмірних опадів, що характерно для піщаних пересушених ґрунтів. Низький вміст амонійного азоту у дерново-підзолистому ґрунті зумовлений значним його випаровуванням через легкий механічний склад, низький вміст гумусу та підвищену кислотність.

Таким чином встановлено, що піщані дерново-підзолисті ґрунти, що мали низький вміст вологи – 5,1 %, характеризувались низьким вмістом гумусу – 1,10 %, підвищеною сольовою кислотністю – 3,8 pH та гідролітичною кислотністю – 3,22 ммоль/100 г, дуже низьким вмістом легкогідролізованого азоту – 0,48 мг/кг. Саме ці агрохімічні характеристики піщаних ґрунтів з низьким вмістом вологи підсилюють процеси їх перетворення у пустелі. Достатні та високі норми мінеральних добрив можуть вирішити проблему забезпечення пересушених ґрунтів рухомим фосфором, обмінним калієм, нітратним та амонійним азотом, але через недостатню вологість, ефект від такого удобрення може бути короткочасним. Тому найбільш дієвим заходом у боротьбі з ознаками опустелювання ґрунтів є внесення органічних добрив з метою підвищення вмісту гумусу та зниження кислотності таких ґрунтів вапнуванням.

Ключові слова: *ґрунт, вологість, пересушення, гумус, кислотність, азот, фосфор, калій.*

Tkachuk O. P., Kuzemsky V. M. Agrochemical composition of soils with signs of insufficient moisture

The aim of our research was to establish cause-and-effect relationships between insufficient moisture content in soils and agrochemical characteristics of sandy soils with signs of drying out. Soils with low moisture content have a low humus content. Humus, being an organic component

[1] Наукові дослідження виконані за рахунок коштів гранту Президента України молодим вченим та докторам наук «Розробка фітомеліоративних заходів відновлення деградованих ґрунтів внаслідок бойових дій в контексті гарантування продовольчої та енергетичної безпеки України» (грантоотримувач Олександр Ткачук), наданого Національним фондом досліджень України.

© Ткачук О. П., Куземський В. М., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

of the soil, has the ability to absorb and retain moisture. With a low humus content in the soil, moisture accumulation is minimal. The pH reaction of the soil solution and hydrolytic acidity depend less on moisture content and more on the humus content and mechanical composition of the soil, although both low humus content and increased acidity in conditions of lack of soil moisture enhance desertification processes. Nitrate nitrogen is prone to leaching into deeper soil layers, especially on light soils in conditions of excessive precipitation, which is typical for sandy overdried soils. The low content of ammonium nitrogen in sod-podzolic soil is due to its significant evaporation due to its light mechanical composition, low humus content, and high acidity.

Thus, it was established that sandy sod-podzolic soils, which had a low moisture content – 5.1 %, were characterized by a low humus content – 1.10 %, increased hydrochloric acidity – 3.8 pH and hydrolytic acidity – 3.22 mmol/100 g, a very low content of easily hydrolyzed nitrogen – 0.48 mg/kg. It is these agrochemical characteristics of sandy soils with a low moisture content that enhance the processes of their transformation into a desert. Sufficient and high rates of mineral fertilizers can solve the problem of providing overdried soils with mobile phosphorus, exchangeable potassium, nitrate and ammonium nitrogen, but due to insufficient moisture, the effect of such fertilization can be short-lived. Therefore, the most effective measure in combating signs of soil desertification is the application of organic fertilizers in order to increase the humus content and reduce the acidity of such soils by liming.

Key words: *soil, moisture, drying out, humus, acidity, nitrogen, phosphorus, potassium.*

Постановка проблеми. Останніми роками, внаслідок переміщення процесів глобального потепління із Степу до Лісостепу України, зростає проблема пересушення ґрунтів, причиною якої здебільшого виступає інтенсивне землеробство. Надмірне розорювання земель та відсутність стерні сприяють появі дефляції (вітрової ерозії) і втраті вологи. Це, у свою чергу, прискорює процес аридизації (опустелювання), зменшує рівень родючості, знижує кількість гумусу та руйнує структуру ґрунту. Наслідком цього є падіння врожайності та значні екологічні втрати [1].

За останнє десятиліття площа сухих і дуже сухих зон в Україні зросла на 7 %, тоді як територія з достатнім рівнем зволоження скоротилася на 10 %. Через постійну або тимчасову нестачу вологи потенціал родючих українських ґрунтів використовується зараз лише на 60–70 %. Науковці застерігають, що до 2050 року через подальше глобальне потепління та нераціональне використання земель понад 40 % сільськогосподарських угідь України ризикують втратити родючість унаслідок процесу опустелювання. Тому вже зараз важливо дослідити, які агрохімічні процеси відбуваються у ґрунтах з проявом ознак опустелювання [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У Лісостепу України уже наявні окремі ділянки ґрунту, на яких повністю або частково відсутній рослинний покрив. Однією з причин цього є їх низький вміст вологи через легкий механічний склад. Проте зрозуміло, що недостатній вміст вологи – це не єдина проблема таких деградованих ґрунтів. З високою ймовірністю можна стверджувати, що такі ґрунти мають несприятливий агрохімічний склад [3].

Посуха і рівень вмісту гумусу в ґрунті мають тісний взаємозв'язок. Ґрунти, багаті гумусом, здатні краще утримувати вологу, що забезпечує їм більшу стійкість до посушливих умов. Натомість ґрунти з низьким вмістом гумусу швидко пересихають, гірше зберігають воду, що призводить до зниження їх родючості та врожайності. Ця проблема набуває ще більшого значення в контексті кліматичних змін і зростання частоти посух в Україні [4].

Посуха може тимчасово спричиняти підвищення кислотності ґрунту через накопичення солей, що ускладнює живлення рослин. Але після опадів показники pH зазвичай повертаються до норми. У період посухи солі, які зазвичай вимиваються дощем, накопичуються в ґрунтовому розчині, що спричиняє підвищення його кислотності (зменшення pH). Зміна рівня pH впливає на доступність

поживних речовин і діяльність ґрунтових мікроорганізмів, створюючи для рослин стресові умови [5].

Результатом повітряної засухи останніх років стала різко кисла і сильнокисла реакція ґрунтового середовища (pH 3,5–5,5), що створює несприятливі умови для мінерального живлення більшості культур [6].

Посуха значно зменшує доступність і засвоєння ґрунтового азоту рослинами, оскільки його основна частина формується внаслідок мікробіологічних процесів, що уповільнюються за відсутності вологи. Це обмежує ріст і розвиток культур [7].

Навіть за умов внесення азотних добрив, посуха ускладнює їх розчинення та проникнення до кореневої системи, особливо якщо добрива вносяться у сухий ґрунт. Легкі ґрунти мають меншу здатність утримувати азот у порівнянні з важкими. Кліматичні фактори, такі як опади, температура і вологість ґрунту, суттєво впливають на процес засвоєння азоту. Тривала посуха та високі температури ускладнюють цей процес, затримують переміщення добрив у ґрунті, уповільнюють активність мікроорганізмів, які беруть участь у трансформаціях азотних сполук і погіршують поглинання азоту кореневою системою [8].

Посуха істотно обмежує доступність фосфору в ґрунті, оскільки цей малорухливий елемент потребує вологи для засвоєння корінням рослин. У висушеному верхньому шарі ґрунту фосфор стає майже недосяжним [9].

Калій відіграє ключову роль у регулюванні водного балансу рослин, підвищуючи їхню стійкість до посушливих умов і сприяючи переміщенню води у тканинах. Його доступність залежить від рівня pH ґрунту та присутності інших елементів, зокрема кальцію. У періоди посухи концентрація солей у ґрунті зростає, що може тимчасово знижувати pH і погіршувати засвоєння калію рослинами [10].

Недостатня кількість вологи під час посухи може зменшувати суму ввібраних основ за рахунок зниження доступності катіонів для рослин через порушення обмінних і мінералізаційних процесів. Основи, такі як кальцій, магній, калій і натрій, відіграють важливу роль у підтриманні нейтрального рівня pH ґрунту, що є ключовим для ефективного поглинання поживних елементів. Низький вміст суми ввібраних основ характерний для кислих ґрунтів, які мають слабшу здатність утримувати вологу та поживні речовини, а цей негативний вплив ще більше загострюється за умов посухи [11].

Отже, ґрунтова посуха може суттєво змінювати агрохімічний склад ґрунту, посилюючи його деградацію. Але для чіткого розуміння та виявлення змін, що відбуваються у пересушених ґрунтах, необхідно встановити залежності між низьким вмістом вологи та основними агрохімічними параметрами ґрунтів.

Постановка завдання. Метою наших досліджень було встановити причинно-наслідкові зв'язки між недостатнім вмістом вологи у ґрунтах та агрохімічними характеристиками піщаних ґрунтів з ознаками пересушення.

Матеріали та методика досліджень. Для проведення досліджень були обрані тест-полігони ґрунтів з ознаками опустелювання на яких був відсутній повністю або частково рослинний покрив. Методом дистанційного зондування у Вінницькому районі Вінницької області було обрано відповідні ділянки. Відповідно до координат встановлених точок та з допомогою картограм ґрунтового покриву нами було визначено три тест полігони з різними типами ґрунтів: дерново-підзолистий, сірий опідзолений та чорнозем опідзолений. В межах кожного тест-полігону виділили різний механічний склад ґрунтів: піщаний та супіщаний.

В межах визначених тест-полігонів проводили відбір проб ґрунту у триразовій повторності у середині квітня на глибину орного шару. В умовах сертифікованої

та акредитованої лабораторії Південно-Західного міжрегіонального центру Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» проводили визначення вологості ґрунтів, використовуючи лабораторний гравіметричний метод виділення вологи, вміст гумусу визначали за ДСТУ 26213-91 [12], сольову кислотність pH – за ДСТУ ISO 10390-2007 [13], гідролітичну кислотність – за ДСТУ 7537:2014 [14], азот нітратний – за МВ 009-2019, азот амонійний – за МВ 008-2019, азот мінеральний – методом розрахунку, азот легкогідролізований (за Корнфілдом) – за ДСТУ 7863:2015 [15], фосфор рухомий (за Чіріковим) – за ДСТУ 4115-2002, калій обмінний (за Чіріковим) – за ДСТУ 4115-2002 [16], суму ввібраних основ – за МВВ 001-2019 [17].

В межах обраних тест-полігонів ґрунтового покриву господарську діяльність здійснює СТОВ «Малі Крушлинці». Висіяна культура – соняшник. Під передпосівну культивацію було внесено повне мінеральне добриво $N_{100}P_{100}K_{100}$. Господарство дотримується високого рівня культури землеробства з використанням інтенсивних технологій у рослинництві з високим ступенем окультурення ґрунтів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ознаками недостатнього зволоження ґрунтів є відсутніх на них рослинності як культурних посівів, так і бур'янів. Такі ділянки мають місце у Лісостепу правобережному у вигляді піщаних наносів за механічним складом. На них практично відсутні будь-які рослини, що перетворює ці ґрунти у ділянки з ознаками опустелювання. Першою причиною відсутності на них рослинності є низький рівень їх вологості. Але поряд з цим у них можуть створюватися специфічні несприятливі агрохімічні умови, які підсилюють процеси, що спричиняють повну або часткову відсутність на них рослинного покриву.

Спостереження за рівнем зволоження пересушених ґрунтів показали, що найнижчий вміст вологи був виявлений на піщаному дерново-підзолистому ґрунті – 5,1 %. Супіщана відміна дерново-підзолистого ґрунту містила вологи на 0,5 % більше. Піщаний сірий опідзолений ґрунт мав вміст вологи 5,8 %, що було на 0,7 % більше, ніж піщаний дерново-підзолистий ґрунт. Сірий опідзолений супіщаний ґрунт містив вологи на 1,7 % більше, ніж піщаний. Найбільше вологи містив чорнозем опідзолений: піщаний – 9,6 %, що було на 4,5 % більше, ніж піщаний дерново-підзолистий ґрунт, а супіщаний – 10,3 %, що на 4,7 % більше, ніж супіщаний дерново-підзолистий ґрунт (табл. 1).

Таблиця 1

Рівень зволоженості ґрунтів залежно від їх механічного складу, $M \pm m$

Тип ґрунту	Механічний склад ґрунту	Рівень вологи у ґрунті, %	Мінімальний рівень доступної вологи у ґрунті, %
Дерново-підзолистий	піщаний	5,1 ± 0,2	5,0
	супіщаний	5,6 ± 0,2	8,0
Сірий опідзолений	піщаний	5,8 ± 0,1	5,0
	супіщаний	7,5 ± 0,3	8,0
Чорнозем опідзолений	піщаний	9,6 ± 0,2	5,0
	супіщаний	10,3 ± 0,1	8,0

Різні ґрунти за механічним складом мають неоднакову межу мінімального рівня доступної вологи у ґрунті. Так, піщані ґрунти мають мінімальний рівень доступної вологи у ґрунті не менше 5,0 %, а супіщані – не менше 8,0 %. Таким чином дерново-підзолистий піщаний ґрунт мав рівень доступної вологи у ґрунті лише 0,1 %, сірий опідзолений піщаний – 0,8 %, а чорнозем опідзолений піщаний – 4,6 %. Виходячи з отриманих результатів, випливає, що дерново-підзолистий піщаний ґрунт може проявляти ознаки опустелювання, оскільки вміст у ньому вологи у весняний період є повністю практично не доступний для рослин, на відміну від сірого опідзоленого піщаного та чорнозему опідзоленого піщаного ґрунтів.

Супіщані форми дерново-підзолистого та сірого опідзоленого ґрунту, незважаючи на вищий вміст вологи, ніж мали піщані ґрунти, не містили доступної для рослин форм вологи, тому вони можуть проявляти ознаки опустелювання за вищого рівня вологи, ніж їх піщані форми, проте цей рівень зволоження був недоступний рослинам. Лише чорнозем опідзолений супіщаний містив 2,3 % доступної для рослин вологи.

Серед агрохімічних показників визначальним фактором родючості ґрунту є вміст гумусу. Найменший вміст гумусу спостерігався на ділянці дерново-підзолистого піщаного ґрунту – 1,10 %, що було на 0,30 % менше, ніж був вміст гумусу супіщаного дерново-підзолистого ґрунту. Сірий опідзолений піщаний ґрунт містив гумусу 1,46 %, що було на 0,36 % більше, ніж піщаний дерново-підзолистий ґрунт та на 0,06 % більше – ніж супіщаний дерново-підзолистий ґрунт. Супіщаний сірий опідзолений ґрунт містив гумусу 1,54 %, що було на 0,08 % більше, ніж його піщана форма. Найбільш родючим був чорнозем опідзолений супіщаний – 3,10 % гумусу. Це було на 0,3 % більше, ніж містив гумусу піщаний чорнозем опідзолений (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст гумусу та кислотність ґрунтів з недостатнім рівнем вологи

Тип ґрунту	Механічний склад ґрунту	Вміст гумусу, %	Кислотність сольова pH	Кислотність гідролітична, ммоль/100 г
Дерново-підзолистий	піщаний	1,10	3,8	3,22
	супіщаний	1,40	4,2	3,16
Сірий опідзолений	піщаний	1,46	4,2	3,11
	супіщаний	1,54	5,5	2,16
Чорнозем опідзолений	піщаний	2,80	5,6	1,88
	супіщаний	3,10	5,8	1,69

Відповідно до шкали групування ґрунтів за вмістом гумусу, дерново-підзолистий та сірий опідзолений ґрунти, незалежно від механічного складу мали низький вміст гумусу (1,1–2,0 %). Чорнозем опідзолений піщаний мав середній вміст гумусу (2,1–3,0 %), а супіщаний – підвищений вміст гумусу (3,1–4,0 %).

Сольова кислотність досліджуваних ґрунтів змінювалась у діапазоні 3,8–5,8 pH. Найбільш кислим був піщаний дерново-підзолистий ґрунт. Його значення pH відповідало дуже сильнокислому рівню (менше 4,1 pH). Дерново-підзолистий супіщаний та сірий опідзолений піщаний ґрунти мали однакову реакцію

ґрунтового розчину – по 4,2 pH, що відповідало сильнокислому ступеню (4,1–4,5 pH). Сірий опідзолений супіщаний ґрунт мав слабокислий ступінь – 5,5 pH (5,1–5,5 pH), а чорнозем опідзолений був за кислотністю близьким до нейтрального (5,6–6,0 pH).

Гідролітична кислотність ґрунтів варіювала у діапазоні 1,69–3,22 ммоль/100 г. Найбільшу гідролітичну кислотність мав дерново-підзолистий піщаний ґрунт, а найменшу – чорнозем опідзолений супіщаний.

Порівняння ступеня вологості та вмісту гумусу у ґрунтах виявило сильну позитивну кореляційну залежність між досліджуваними чинниками (r = 0,9665). Це вказує на те, що ґрунти з низьким вмістом вологи мають низький вміст гумусу. Гумус, являючись органічною складовою ґрунту, має здатність поглинати і утримувати вологу. За низького вмісту гумусу у ґрунті накопичення вологи є мінімальним. Тому заходи, направлені на підвищення вмісту органічної частини ґрунту (внесення органічних добрив, вирощування сидератів, бобових багаторічних трав, заорювання рослинних решток) сприятимуть накопиченню вологи.

Графічна залежність між вмістом гумусу та вологістю ґрунту, коефіцієнт детермінації та рівняння регресії між досліджуваними чинниками, представлені на рис. 1.

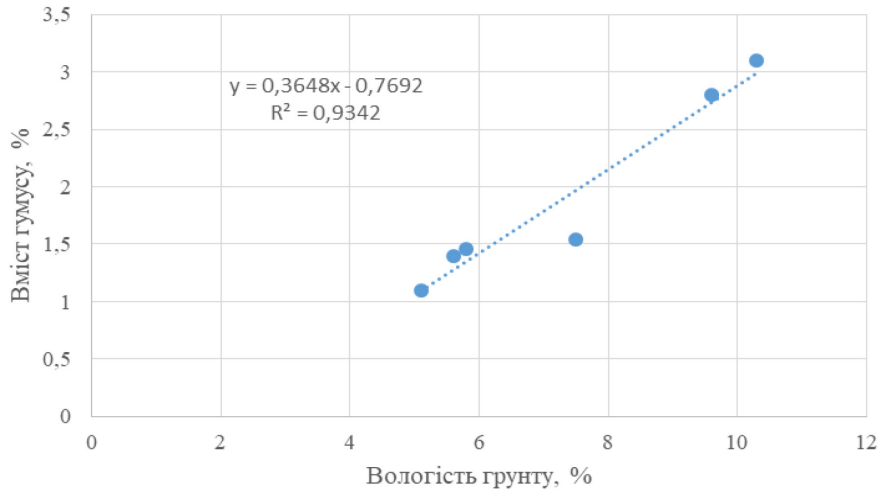


Рис. 1. Графічна залежність між вмістом гумусу (y) та вологістю ґрунту (x), коефіцієнт детермінації та рівняння регресії між досліджуваними чинниками

Між вмістом вологи у ґрунті та реакцією ґрунтового розчину pH встановлений сильний позитивний зв'язок з коефіцієнтом кореляції r = 0,9420, а між вологістю ґрунту та гідролітичною кислотністю – сильний негативний зв'язок – r = –0,9734. Проте реакція ґрунтового розчину pH та гідролітична кислотність в меншій мірі залежать від вологості, а більше від вмісту гумусу та механічного складу ґрунту, хоча як низький вміст гумусу, так і підвищена кислотність в умовах нестачі вологості ґрунту підсилюють процеси опустелювання.

Азот є визначальним неорганічним елементом у ґрунті, що формує урожайність та біологічну продукцію. Саме часто нестачу вологи і гумусу у ґрунті намагаються компенсувати внесенням високих норм мінеральних азотних добрив. У ґрунті азот може бути у різних формах: нітратній, амонійній, мінеральній, легкогідролізованій.

Нітратний азот (NO_3^-) у ґрунті – це рухома форма азоту, яку рослини легко поглинають, але вона схильна до вимивання в глибші шари ґрунту, особливо на легких ґрунтах в умовах надмірної вологи. Його вміст залежить від органічної речовини ґрунту та його мікробіологічної активності. Вміст нітратного азоту у досліджуваних ґрунтах був у межах 28,2–34,0 мг/кг. Найменше нітратного азоту містив дерново-підзолистий піщаний ґрунт, а найбільше – чорнозем опідзолений супіщаний, який містив нітратного азоту на 17,1 % більше, ніж дерново-підзолистий піщаний ґрунт. Відповідно до шкали градації вмісту нітратного азоту у ґрунті, усі ділянки належать до дуже високозабезпечених нітратним азотом (понад 15 мг/кг). Значний вміст нітратного азоту у ґрунті може бути пояснений недавнім внесенням високих норм нітратних азотних мінеральних добрив (аміачна селітра (нітрат амонію), нітрат калію, нітрат кальцію, КАС). Досить рівномірний вміст нітратного азоту у межах усіх досліджуваних ділянок ґрунту може вказувати на незначне його вимивання через відсутність сильних опадів (табл. 3).

Таблиця 3

Вміст форм азоту у ґрунтах з недостатнім рівнем вологи

Тип ґрунту	Механічний склад ґрунту	Азот нітратний, мг/кг	Азот амонійний, мг/кг	Азот мінеральний, мг/кг	Азот легкогідролізований, мг/кг
Дерново-підзолистий	піщаний	28,2	11,0	41,2	0,48
	супіщаний	30,2	12,3	88,2	0,62
Сірий опідзолений	піщаний	32,4	30,8	30,8	0,52
	супіщаний	33,1	42,1	93,1	0,56
Чорнозем опідзолений	піщаний	32,4	62,2	92,4	1,00
	супіщаний	34,0	68,1	95,7	1,24

Амонійний азот (NH_4^+) у ґрунті краще утримується ґрунтом, менше вимивається порівняно з нітратним, але в теплих умовах може перетворюватися на газоподібний аміак (NH_3), спричиняючи його втрати через випаровування. Надходження амонійного азоту до ґрунту відбувається з амонійними добривами (аміачна селітра, сульфат амонію, хлорид амонію, КАС). Вміст амонійного азоту коливався у діапазоні від 11,0 мг/кг у дерново-підзолистому піщаному ґрунті до 68,1 мг/кг у чорноземі опідзоленому супіщаному, що було у 6,2 рази більше та відповідає високому та дуже високому рівню забезпечення ґрунту амонійним азотом. Низький вміст амонійного азоту у дерново-підзолистому ґрунті може бути пояснений значним його випаровуванням саме з цього ґрунту, адже на ґрунтах з важчим механічним складом, вищим вмістом гумусу, а також нейтральною реакцією, він утримується краще.

Мінеральний азот у ґрунті представлений різними доступними для рослин формами азоту, головним чином нітрати (NO_3^-) та амоній (NH_4^+), які легко засвоюються рослинами для росту та розвитку. Він надходить з органіки через мінералізацію, азотні мінеральні добрива, фіксацію бактеріями, але може втрачатися через вимивання нітратів та випаровування амонію. Найбільше мінерального азоту містилося у чорноземі опідзоленому супіщаному – 95,7 мг/кг. Це було у 2,3 рази більше, ніж містилося мінерального азоту у дерново-підзолистому піщаному ґрунті – 41,2 мг/кг.

Легкогідролізований азот у ґрунті – це потенційно доступна для рослин форма органічного азоту, яка містить аміди, амінокислоти та аміноцукри та швидко

мінералізується, слугуючи найближчим резервом азоту для живлення, особливо на початку вегетації. Вміст легкогідролізованого азоту у ґрунті є важливим індикатором його забезпечення азотом, хоча і не враховує легкодоступні нітрати та амоній, які рослини споживають безпосередньо. Він показує запас азоту, що буде доступний для рослин найближчим часом, особливо в першій половині вегетації. Характеризує ступінь окультуреності ґрунту та його здатність забезпечувати рослини азотом. Найменший вміст легкогідролізованого азоту мав піщаний дерново-підзолистий ґрунт – 0,48 мг/кг. Це було у 2,6 рази менше, ніж містилося легкогідролізованого азоту у чорноземі опідзоленому супіщаному, де його вміст становив 95,7 мг/кг.

За шкалою групування ґрунтів щодо вмісту у них легкогідролізованого азоту, лише чорнозем опідзолений має низький вміст цієї речовини, а решта ґрунтів – дуже низький вміст. Тому саме сірий опідзолений і особливо дерново-підзолистий ґрунт належать до дуже низькородючих, що посилює негативний прояв на цих ґрунтах низького вмісту вологи. Кореляційний аналіз досліджуваних показників виявив сильні позитивні зв'язки між вмістом вологи у ґрунті та вмістом азоту нітратного ($r = 0,7653$), азоту амонійного ($r = 0,9736$), азоту мінерального ($r = 0,6918$) та азоту легкогідролізованого ($r = 0,9272$). Хоча ці показники більше залежать від вмісту гумусу та часу внесення азотних мінеральних добрив.

Фосфор у ґрунті має дуже обмежену рухомість, оскільки швидко переходить у зв'язані, недоступні для рослин форми, особливо в кислих або лужних умовах, поглинаючись колоїдами ґрунту. Доступність і рухомість фосфору у ґрунті залежить від його вологості та кислотності ґрунту, а також від температури. При низькій вологості ґрунту, підвищеній кислотності та невисокій температурі рухомість фосфору суттєво знижується.

Найменший вміст фосфору рухомого був встановлений у дерново-підзолистому піщаному ґрунті – 65 мг/кг. В той час як у чорноземі опідзоленому супіщаному вміст рухомого фосфору був у 2,7 рази вищим і становив 174 мг/кг. За шкалою групування ґрунтів за вмістом рухомих сполук фосфору дерново-підзолистий піщаний і супіщаний ґрунт, а також сірий опідзолений піщаний ґрунт належали до середньозабезпечених цим елементом (51–100 мг/кг), сірий опідзолений супіщаний відзначався підвищеним вмістом рухомого фосфору (101–150 мг/кг), а чорнозем опідзолений – до високозабезпечених цим елементом (151–200 мг/кг) (табл. 4).

Таблиця 4

Вміст форм фосфору, калію та сума ввібраних основ у ґрунтах з недостатнім рівнем вологи

Тип ґрунту	Механічний склад ґрунту	Фосфор рухомий, мг/кг	Калій обмінний, мг/кг	Сума ввібраних основ, ммоль/100 г
Дерново-підзолистий	піщаний	65	126	16,8
	супіщаний	92	136	18,8
Сірий опідзолений	піщаний	92	108	18,0
	супіщаний	120	174	22,4
Чорнозем опідзолений	піщаний	166	158	28,8
	супіщаний	174	185	29,4

Незважаючи на те, що у ґрунтах з низьким вмістом вологи та підвищеною кислотністю рухомість фосфору різко падає, у досліджуваних ґрунтах проблем із їх

забезпеченням рухомими формами фосфору не було. Це пояснюється недавнім внесенням фосфорних добрив, хоча нами виявлена сильна позитивна кореляційна залежність між вмістом вологи та рухомих форм фосфору у ґрунті (r = 0,9905).

Обмінний калій у ґрунті являє собою легкодоступну для рослин форму калію, що перебуває на поверхні ґрунтових колоїдів і здатна обмінюватися з іншими іонами. Як правило, високогумусні ґрунти мають більше калію, ніж низькогумусні. На ґрунтах з легким механічним складом обмінний калій може вимиватися; у недостатньо вологому ґрунті обмінного калію, як правило, менше.

Нашими дослідженнями встановлено, що найбільше калію містилося у чорноземі опідзоленому супіщаному – 185 мг/кг, що було у 1,7 рази більше, ніж його містив сірий опідзолений піщаний ґрунт. За шкалою групування ґрунтів за вмістом обмінного калію сірий опідзолений піщаний ґрунт належить до підвищено забезпеченого (81–120 мг/кг), чорнозем опідзолений супіщаний – до дуже високо забезпеченого (понад 180 мг/кг), а решта ґрунтів – до високозабезпечених (121–180 мг/кг). Тому, незважаючи на низький вміст вологи, у ґрунтах не спостерігалося дефіциту калію обмінного, хоча нами встановлена сильна позитивна кореляційна залежність між цими показниками (r = 0,8221).

Сума ввібраних основ у ґрунті – це показник, що відображає вміст лужних та лужноземельних іонів кальцію, магнію, натрію, калію у ґрунтовому поглинальному комплексі. Високий вміст основ свідчить про родючіший ґрунт, здатний краще утримувати поживні речовини. Чим більше ввібраних основ, тим менша кислотність pH, що сприяє кращому засвоєнню поживних речовин рослинами. Величина суми ввібраних основ залежить від вмісту гумусу та механічного складу. Піщані ґрунти мають низькі значення (менше 5–10 ммоль/100 г) через малу кількість колоїдів. Чорноземи характеризуються високою сумою основ (від 30–40 до 50–60 ммоль/100 г і вище) завдяки високому вмісту гумусу. Сума ввібраних основ коливалася від 16,8 ммоль/100 г у дерново-підзолистому піщаному ґрунті до 29,4 ммоль/100 г у чорнозему опідзоленого супіщаного, що було в 1,8 рази більше. Коефіцієнт кореляції між вмістом вологи у ґрунті та сумою ввібраних основ є сильним і позитивним (r =0,9943).

Висновки. Ґрунти з низьким вмістом вологи мають низький вміст гумусу. Гумус, являючись органічною складовою ґрунту, має здатність поглинати і утримувати вологу. За низького вмісту гумусу у ґрунті накопичення вологи є мінімальним. Реакція ґрунтового розчину pH та гідролітична кислотність в меншій мірі залежать від вологості, а більше від вмісту гумусу та механічного складу ґрунту, хоча як низький вміст гумусу, так і підвищена кислотність в умовах нестачі вологості ґрунту підсилюють процеси опустелювання. Нітратний азот схильний до вимивання в глибші шари ґрунту, особливо на легких ґрунтах в умовах інтенсивних опадів, що характерно для піщаних пересушених ґрунтів. Низький вміст амонійного азоту у дерново-підзолистому ґрунті зумовлений значним його випаровуванням через легкий механічний склад, низький вміст гумусу та підвищену кислотність.

Таким чином встановлено, що піщані дерново-підзолисті ґрунти, що мали низький вміст вологи – 5,1 %, характеризувались низьким вмістом гумусу – 1,10 %, підвищено сольовою кислотністю – 3,8 pH та гідролітичною кислотністю – 3,22 ммоль/100 г, дуже низьким вмістом легкогідролізованого азоту – 0,48 мг/кг. Саме ці агрохімічні характеристики піщаних ґрунтів з низьким вмістом вологи підсилюють процеси їх перетворення у пустелі. Достатні та високі норми мінеральних добрив можуть вирішити проблему забезпечення пересушених ґрунтів рухомим фосфором, обмінним калієм, нітратним та амонійним азотом, але через

недостатню вологість, ефект від такого удобрення може бути короткочасним. Тому найбільш дієвим заходом у боротьбі з ознаками опустелювання ґрунтів є внесення органічних добрив з метою підвищення вмісту гумусу та зниження кислотності таких ґрунтів вапнуванням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В., Горб О. О., Чайка Т. О. Посухи в контексті змін клімату України. *Вісник ПДАА*. 2019. № 1. С. 134–146. DOI 10.31210/visnyk2019.01.15
2. Григорів Я. Зачарована весна. Рух у напрямку пустелі – перспективи навесні? *Зерно*. 2019. № 1 (154). С. 71–76.
3. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти; за наук. ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва, Б. С. Носка. Харків, 2018. 363 с.
4. Мельник С. Зміни клімату вже позначаються на сільському господарстві. *Агрополітика*. 2018. № 4. С. 8–11.
5. Ткачук О. П., Куземський В. М. Розвиток процесів опустелювання орних земель в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 141. Частина 2. С. 109–114.
6. Мовчан М. М. Основні напрями вирішення проблем деградації та опустелювання земель в Україні. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2017. № 2. С. 85–90.
7. Балюк С. А., Медведєв В. В., Кучер А. В. Управління органічним вуглецем ґрунту в контексті продовольчої безпеки й змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 9. С. 11–18.
8. Трускавецький Р. С., Цапко Ю. Л. Основи управління родючістю ґрунтів. Харків, 2016. 385 с.
9. Циганська О. І., Панцирева Г. В., Машенко В. В. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 3 (38). С. 173-184. DOI: 10.37128/2707-5826-2025-3-15
10. Разанов С. Ф., Разанова А. М., Разанов О. С., Куценко М. І. Біоіндикація порушених унаслідок воєнних дій ґрунтів у період високого ризику проведення контролю за техногенним навантаженням на сільськогосподарські угіддя. *Бджільництво України*. 2025. Вип. 14. С. 81–87. DOI: https://doi.org/10.32782/beekeepingjournal.2025.14.11
11. Гуцол Г. В., Коваленко Н. В. Депонування вуглецю в ґрунтах та його вплив на врожайність сільськогосподарських культур: основні концепції. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. № 140. С. 119–124. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.15
12. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2008.01.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 16 с.
13. ДСТУ ISO 10390: 2001 Якість ґрунту. Визначення pH. [Чинний від 2003.01.01]. К. Держстандарт України, 2003. 14 с.
14. ДСТУ 7537:2014 Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності. [Чинний від 2015.01.01]. К. Мінекономрозвитку України, 2015. 10 с.
15. ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016.01.01]. К. УкрНДНЦ, 2016. 9 с.
16. ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003.01.01]. К. Держспоживстандарт України, 2003. 12 с.
17. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К. : ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.

Дата першого надходження статті до видання: 12.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 13.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 351.746.2.
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.42

АЛГОРИТМИ РЕАГУВАННЯ СОЦІАЛЬНИХ СЛУЖБ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

Поліщук Л. М. *– ст.викладач кафедри фізіології, здоров'я і безпеки людини та природничої освіти,*
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
orcid.org/0000-0002-4810-017X
Ніколова С. О. *– студент І курсу магістратури факультету асихології, соціальної роботи та консультування,*
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
orcid.org/0009-0005-3455-3740

Досліджуються алгоритми реагування соціальних служб у разі надзвичайних ситуацій техногенного характеру та забруднення навколишнього середовища. Особливу увагу приділено потенційним ризикам, що можуть виникнути внаслідок аварії на Запорізькій атомній електростанції. У роботі визначено ключові напрями діяльності соціальних служб у кризових умовах: швидка оцінка ситуації, оперативне інформування населення, організація евакуації та надання першочергової допомоги у разі екологічного забруднення, психосоціальна підтримка, довготривала реабілітація постраждалих. Окремий акцент зроблено на потребі міжвідомчої координації, що включає чітко налагоджену взаємодію з медичними закладами для надання невідкладної допомоги, рятувальними службами для організації евакуаційних заходів, правоохоронними органами для забезпечення громадського порядку, місцевою владою для координації всіх напрямків роботи та волонтерськими організаціями для мобілізації додаткових ресурсів. Розглянуто механізми створення єдиного координаційного центру, який забезпечує оперативний обмін інформацією та ухвалення управлінських рішень у режимі реального часу. Наголошується на значенні цифрових інструментів, електронних реєстрів, мобільних застосунків для сповіщення, інтерактивних карт евакуаційних маршрутів. Здійснено порівняння із зарубіжним досвідом, зокрема практиками Японії та деяких інших країн. Виокремлено найкращі практики, які можуть бути адаптовані до українських реалій з урахуванням специфіки національної системи цивільного захисту та особливостей функціонування соціальних служб. Дослідження показує, що ефективність реагування залежить не від матеріальних ресурсів та від рівня підготовки фахівців, здатності працювати в умовах інформаційного тиску та поширення панічних чуток. Визначено перспективні напрями вдосконалення системи реагування на техногенні надзвичайні ситуації. Запропоновано комплексний алгоритм дій соціальних служб, який може бути практично застосований в українських умовах з урахуванням існуючих викликів та обмежень.

Ключові слова: *соціальні служби, екологія, надзвичайні ситуації, алгоритм реагування, техногенні катастрофи, кризове інформування, соціальний захист.*

© Поліщук Л. М., Ніколова С. О., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Polishchuk L. M., Nikolova S. O. Algorithms for social services response in man-made emergencies

The article examines algorithms for the response of social services in the event of man-made emergencies. Particular attention is paid to the potential risks that may arise because of an accident at the Zaporizhzhya Nuclear Power Plant. The paper identifies key areas of activity for social services in crises: rapid assessment of the situation, prompt notification of the population, organization of evacuation and provision of first aid, psychosocial support, and long-term rehabilitation of victims. Particular emphasis is placed on the need for interagency coordination, which includes well-established cooperation with medical institutions to provide emergency care, rescue services to organize evacuation measures, law enforcement agencies to ensure public order, local authorities to coordinate all areas of work, and volunteer organizations to mobilize additional resources. Mechanisms for creating a single coordination center that ensures the rapid exchange of information and real-time management decisions are considered. The importance of digital tools, electronic registries, mobile notification applications, and interactive evacuation route maps is also emphasized. A comparison with foreign experience, in particular the practices of Japan and some other countries, has been made. The best practices that can be adapted to Ukrainian realities, taking into account the specifics of the national civil protection system and the peculiarities of the functioning of social services, are highlighted. The study shows that the effectiveness of the response does not depend on material resources and the level of training of specialists, but on the ability to work under conditions of information pressure and the spread of panic rumors. As a result, a comprehensive algorithm of actions for social services has been proposed, which can be practically applied in Ukrainian conditions, taking into account existing challenges and limitations. Promising areas for improving the response system to man-made emergencies have been identified.

Key words: *social services, emergencies, response algorithm, man-made disasters, crisis communication, ecology, social protection.*

Актуальність дослідження. Надзвичайні ситуації техногенного характеру є детермінантою однієї з найгостріших загроз для сучасного суспільства, особливо в умовах високої концентрації промислових об'єктів та критичної інфраструктури. Воєнні дії на території України каталізують зростання ймовірності техногенних інцидентів, зокрема на об'єктах атомної енергетики, що перебувають під постійною екологічною загрозою. Запорізька атомна електростанція, як найбільша в Європі, потребує особливої уваги з точки зору готовності до можливих надзвичайних ситуацій. Водночас алгоритми дій соціальних служб вимагають невідкладного перегляду та актуалізації відповідно до нового комплексу викликів, що зумовлює доцільність глибинного наукового аналізу та формування практико-орієнтованих пропозицій для фахівців соціальної сфери.

Постановка проблеми: Техногенні катастрофи належать до тих викликів, які несуть масштабні наслідки для населення та держави в цілому. Вони руйнують інфраструктуру та суттєво впливають на соціальну сферу, призводять до масових евакуацій, втрати роботи, житла, зростання рівня психологічного стресу, забруднення навколишнього середовища. Україна, маючи досвід Чорнобильської катастрофи, добре усвідомлює, що соціальний вимір реагування є ключовим для відновлення нормального життя після аварії.

Сучасні реалії, зокрема воєнні загрози та ризики пошкодження критичних об'єктів, створюють додаткову небезпеку для функціонування атомних електростанцій. У випадку аварії на ЗАЕС наслідки можуть бути як екологічними, так і соціальними: мільйони людей можуть потребувати допомоги та переселення. У такій ситуації соціальні служби стають однією з основних структур, від ефективності роботи яких залежить рівень безпеки та соціальної стабільності.

Проблема полягає в тому, що в Україні досі немає уніфікованого алгоритму реагування соціальних служб саме на випадок масштабних техногенних аварій.

Існують загальні нормативні документи у сфері цивільного захисту, однак вони не враховують повною мірою специфіку соціальної роботи в умовах кризи. Більше того, сучасні виклики вимагають інтеграції цифрових технологій та тісної співпраці державних і недержавних структур, що поки реалізовано частково.

Ціль роботи полягає в підвищенні ефективності роботи фахівців у разі екологічного забруднення, оптимізації процесів евакуації та надання допомоги, мінімізації соціальних наслідків техногенних катастроф. Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями: дослідження в рамках наукових пріоритетів розвитку соціальної роботи та системи цивільного захисту України. На науковому рівні дослідження сприяє вирішенню завдань щодо розробки інноваційних моделей соціального захисту в кризових умовах, удосконалення механізмів міжвідомчої взаємодії та впровадження цифрових технологій у практику соціальних служб.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Наукові дослідження у сфері реагування на надзвичайні ситуації здебільшого зосереджені на діяльності служб цивільного захисту та медицини. У працях українських та зарубіжних авторів підкреслюється важливість психологічної допомоги населенню, організації евакуації та соціальної реабілітації. Чимало досліджень присвячено аналізу Чорнобильської катастрофи, досвіду ліквідації її наслідків та ролі соціальних служб у цьому процесі. Питання реагування на техногенні катастрофи розглядається у сучасній науковій літературі формуючи мультидисциплінарне поле досліджень. Психологічний вимір цієї проблеми ґрунтовно розкрито у роботі Кочубейника О. М., присвяченій механізмам поведінки людини в екстремальних умовах. Зокрема, дослідження показують, що реакція населення на катастрофу проходить через кілька критичних фаз: від початкового шоку та заперечення у перші години до гострого стресового стану протягом перших днів та довготривалої посттравматичної адаптації, що може тривати місяці й роки. Кожна з цих фаз потребує специфічних підходів у роботі соціальних працівників, які мають бути готові надавати допомогу та стати опорою для травмованих людей [4].

Системний підхід до організації реагування передбачає розуміння того, що соціальні служби не існують у вакуумі. Їхня ефективність значною мірою залежить від здатності інтегруватися у загальну систему цивільного захисту, що включає ДСНС, медичні заклади, екологічні служби, органи місцевого самоврядування та волонтерські організації. Аврамук О. Л. акцентує увагу на необхідності створення єдиного координаційного центру, який би об'єднував зусилля різних служб. Найуспішніші кейси реагування характеризуються наявністю такого центру та проведенням регулярних міжвідомчих навчань, які дозволяють відпрацювати взаємодію ще до настання реальної кризи [1].

Аналізуючи соціально-економічні та екологічні наслідки техногенних аварій, Кравців дійшов важливого висновку: найбільші втрати пов'язані не стільки з безпосередніми жертвами, скільки з довготривалим переселенням, втратою роботи та руйнуванням соціальних зв'язків. Чорнобильська катастрофа яскраво демонструє, що навіть через десятиліття після події постраждалі відчувають наслідки примусової міграції, втрати звичного середовища та соціальної ізоляції. Що означає, що робота соціальних служб має бути розрахована не на кілька тижнів чи місяців, а на роки комплексної підтримки[5].

Методичні напрацювання Національного методичного центру ДСНС підкреслюють важливість інформаційно-освітніх кампаній, які формують культуру безпеки серед населення. Коли люди заздалегідь знають, як діяти у надзвичайній

ситуації, куди евакуюватися та як отримати допомогу, тоді суттєво знижується рівень паніки та підвищується організованість колективних дій. Соціальні служби, відповідно, мають бути активними учасниками такої просвітницької роботи [10].

Регіональна специфіка також заслуговує на окрему увагу. Коваленко С. В. наголошує, що універсальні алгоритми, безумовно, необхідні як основа, проте їх механічне застосування без урахування місцевих умов може призвести до неефективності. Щільність населення, стан транспортної інфраструктури, наявність матеріальних ресурсів, культурні особливості громад, усе це впливає на те, як саме має бути організована робота соціальних служб у конкретному регіоні. У контексті потенційної аварії на ЗАЕС набувається особливе значення, адже зона можливого ураження охоплює як густонаселені міста, так і сільські території з обмеженою інфраструктурою та специфічними соціальними структурами [3].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Комплексних досліджень, що пропонують універсальний алгоритм дій саме для соціальних служб у разі масштабних техногенних аварій, поки що небагато, що створює простір для практичних рекомендацій. Зокрема, малодослідженими є питання специфіки роботи соціальних служб в умовах радіаційної загрози, адаптації міжнародного досвіду до українських реалій воєнного стану, інтеграції цифрових технологій у практику надання екстреної соціальної допомоги. Недостатньо розробленими залишаються методики психосоціальної підтримки постраждалих від техногенних катастроф з урахуванням накладення травматичного досвіду воєнних дій.

Результати досліджень. Розроблено комплексний алгоритм реагування соціальних служб на надзвичайні ситуації техногенного характеру, адаптований до специфіки функціонування української системи соціального захисту в умовах воєнного стану та підвищених ризиків для критичної інфраструктури. Удосконалено методологічні підходи до організації міжвідомчої координації в кризових ситуаціях шляхом визначення чітких алгоритмів взаємодії між соціальними та екологічними службами, медичними закладами, рятувальними формуваннями та органами місцевого самоврядування. Поглиблено наукові уявлення про особливості психосоціальної підтримки різних категорій постраждалих.

Розробка ефективного алгоритму реагування вимагала комплексного підходу, що поєднав аналіз нормативно-правової бази України, вивчення міжнародних практик реагування на ядерні аварії, вторинний аналіз соціологічних досліджень та моделювання можливих сценаріїв розвитку подій. Зокрема, було проаналізовано Закон України «Про соціальні послуги», який спрямований на профілактику складних життєвих обставин, подолання їх негативних наслідків [9]. Постанову Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку проведення евакуації у разі загрози виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» [8].

Для оцінки реального стану системи соціального захисту, було використано дані кількох масштабних соціологічних досліджень. По-перше, проаналізовано результати Національного опитування щодо сприйняття і обізнаності населенням соціальної політики в Україні, проведеного Київською школою економіки спільно з Info Sapiens на замовлення Міністерства соціальної політики за підтримки ЮНІСЕФ у січні-лютому 2024 р. [6, с. 5–7]. У цьому дослідженні взяли участь 2047 респондентів з усіх регіонів України. Результати показали критично низький рівень обізнаності населення про соціальні послуги: лише 3 % респондентів мають чітке розуміння їх обсягу, а 22 % оцінюють систему соціальної підтримки як ефективну, тоді як 48 % вважають її неефективною.

По-друге, використано дані дослідження «Зацікавленість і спроможність організацій громадянського суспільства надавати соціальні послуги», проведеного Київським міжнародним інститутом соціології на замовлення ІСАР Єднання у листопаді 2023 року. Дослідження включало 20 глибинних інтерв'ю з представниками органів соціального захисту ОДА/ОВА та органів місцевого самоврядування у Вінницькій, Івано-Франківській, Миколаївській, Харківській та Чернігівській областях [2, с. 12–15]. Результати показали системні проблеми спроможності громад: нестачу кваліфікованих співробітників, відсутність необхідних матеріальних активів та потребу у програмах навчання персоналу.

По-третє, проаналізовано дані соціологічних опитувань Центру Разумкова щодо рівня довіри до Державної служби з надзвичайних ситуацій [7]. За даними травня 2023 року, ДСНС довіряли 80 % опитаних громадян, що є високим показником порівняно з іншими державними інститутами, що свідчить про потенціал для ефективної співпраці між соціальними службами та структурами цивільного захисту у кризових ситуаціях.

Аналіз використаних соціологічних досліджень у поєднанні з моделюванням сценаріїв потенційної аварії на ЗАЕС дозволив виокремити п'ять критичних викликів для системи соціального захисту. Перший виклик пов'язаний з критично низьким рівнем обізнаності населення про систему соціальної підтримки. Як показує дослідження КШЕ та Info Sapiens, лише 3 % громадян мають чітке розуміння обсягу соціальних послуг, що означає, що у разі надзвичайної ситуації, екологічного забруднення, переважна більшість евакуйованих не знатиме, куди звертатися за допомогою, які послуги їм доступні та які документи необхідні [7, с. 5]. Інформаційний вакуум у поєднанні з кризовою ситуацією створює ідеальне середовище для паніки, дезінформації та неефективного використання ресурсів допомоги.

Другий виклик стосується недовіри до системи соціального захисту. За результатами того ж опитування, 48 % респондентів оцінюють систему соціальної підтримки як неефективну, тоді як позитивної оцінки їй надають лише 22 % [6, с. 7]. Така недовіра може призвести до того, що навіть якщо соціальні служби будуть готові надавати допомогу, частина постраждалих не звертатиметься до них, покладаючись на власні сили або неформальні мережі підтримки, що може ускладнити координацію евакуації та обліку потребуючих.

Третій виклик виявлено у дослідженні КМІС, та стосується обмеженої спроможності громад. Глибинні інтерв'ю з представниками органів соціального захисту у п'яти областях України показали системні проблеми: нестачу кваліфікованих співробітників, відсутність необхідних матеріальних активів, обмежені можливості для надання різноманітних послуг [2, с. 12–15]. У контексті масової евакуації це означає, що навіть приймаючі громади можуть не мати достатніх ресурсів для забезпечення базових потреб переселенців. Якщо у звичайних умовах система вже працює на межі спроможності, то кризова ситуація з припливом сотень тисяч евакуйованих може призвести до її повного колапсу.

Четвертий виклик пов'язаний з необхідністю швидкої адаптації системи до нових масштабів. Масштаб евакуації, який за різними сценаріями може охопити від півмільйона до двох мільйонів осіб, на порядки перевищує звичайне навантаження на соціальні служби. Робота з вразливими групами населення – людьми з інвалідністю, літніми громадянами, дітьми-сиротами, внутрішньо переміщеними особами, потребує індивідуального підходу та спеціальних ресурсів у кількостях, яких наразі немає у розпорядженні жодної області України.

П’ятий виклик стосується психосоціальної підтримки та довгострокової реабілітації. Посттравматична адаптація може тривати місяці та роки, вимагаючи тривалого професійного супроводу. Водночас система соціального захисту в Україні традиційно більше орієнтована на матеріальну допомогу, ніж на психологічну підтримку [4]. Травматизація населення вимагатиме мобілізації психологічних служб.

Таблиця 1

***Запропонований алгоритм реагування*, як послідовність п’яти фаз, кожна з яких має специфічні завдання та критерії успішності**

Фаза	Термін	Основні завдання
Оперативне реагування	0–6 годин	Активація кризового штабу, екстрене сповіщення населення, початок евакуації вразливих груп
Масова евакуація	6–72 години	Організація евакуаційних пунктів, реєстрація евакуйованих, забезпечення базових потреб
Стабілізація	3–30 днів	Переведення до комфортніших умов, медичне обстеження, психологічна підтримка, початок виплат
Середньострокова адаптація	1–6 місяців	Соціальна інтеграція, сприяння працевлаштуванню, пошук житла
Довгострокова реабілітація	від 6 місяців	Повна соціальна інтеграція, юридична підтримка, психологічний супровід

Перша фаза, оперативне реагування, є найкритичнішою з точки зору збереження життів та запобігання паніці. У ці перші шість годин соціальні служби мають активувати кризовий штаб, встановити чіткі комунікаційні канали з ДСНС для отримання достовірної інформації та запустити систему масового сповіщення населення. Особлива увага приділяється вразливим групам, адже саме вони потребують першочергової евакуації та спеціального супроводу. Від швидкості організації евакуації залежить безпека тисяч людей.

Фаза масової евакуації охоплює наступні три доби, протягом яких відбувається інтенсивне переміщення населення. Евакуаційні пункти стають центрами, де люди отримують транспорт та реєструються у електронній базі даних, що надалі дозволить відстежити кожну родину та забезпечити їй необхідну допомогу. Тимчасові пункти розміщення, якими можуть стати спортивні зали, школи, гуртожитки, мають бути обладнані всім необхідним. Саме тут розгортається перша хвиля психологічної допомоги, коли люди перебувають у стані гострого стресу та потребують емоційного супроводу.

Стабілізаційна фаза знаменує перехід від екстреного реагування до більш планомірної роботи. Евакуйовані переводяться з тимчасових пунктів до готелів, санаторіїв, орендованого житла, де вони можуть почати відновлюватися від пережитого шоку. Медичне обстеження всіх постраждалих. Розгортання мережі центрів соціальної підтримки стає критично важливим, адже саме у цей період багато людей починають усвідомлювати масштаб втрат. Початок виплат державної допомоги, допомога у вирішенні питань документів та організація дистанційного навчання для дітей допомагають людям повернути відчуття стабільності та контролю над власним життям.

Середньострокова адаптація передбачає інтеграцію переселенців у нові громади. Сприяння працевлаштуванню та професійній перепідготовці допомагає

людям відновити економічну незалежність. Допомога у пошуку постійного житла стає пріоритетом, адже тимчасове розміщення не може тривати нескінченно. Важливим елементом цієї фази є формування спільнот підтримки з числа самих постраждалих, які нададуть емоційну підтримку. Довгострокова реабілітація може тривати роками та передбачає повну соціальну інтеграцію переселенців. Юридична підтримка у вирішенні майнових питань, довгострокове психологічне супроводження осіб з посттравматичним стресовим розладом, створення бізнесу, всі ці напрямки роботи спрямовані на те, щоб люди вижили після катастрофи й змогли відбудувати повноцінне життя.

Мобільний додаток для постраждалих може стати персональним помічником у кризовій ситуації, забезпечуючи двосторонній зв'язок між евакуйованими та службами допомоги. Через такий додаток люди можуть отримувати актуальну інформацію, подавати запити на допомогу, відзначати своє місцезнаходження, отримувати психологічні консультації онлайн. Штучний інтелект може бути інструментом прогнозування потреб. Алгоритми машинного навчання, передбачатимуть потреби в медичній допомозі, психологічній підтримці, матеріальних ресурсах, що дозволятиме соціальним службам діяти на випередження, а не реагувати постфактум.

Міжнародний досвід. Реагування на аварію, на АЕС Фукусіма показав, що одним із найбільших викликів, стала втрата довіри населення до влади через затримки в оприлюдненні інформації про масштаби радіаційного забруднення. Японський досвід демонструє критичну важливість прозорої та оперативної комунікації, особливо в умовах, коли суспільство і так перебуває під інформаційним тиском. Для українського контексту, де ризик інформаційних атак є реальним, це означає необхідність створення надійних каналів комунікації, які працюватимуть навіть за екстремальних умов [11].

Також у Японії в 2002 році сталася аварія на АЕС Міхама, що супроводжувалася витоком радіоактивної води та забрудненням навколишнього середовища. Випадок продемонстрував важливість надійних систем охолодження та аварійного реагування, які мають функціонувати безвідмовно, навіть у стресових ситуаціях. Крім того, він підкреслює необхідність постійного моніторингу і оновлення технологій безпеки, аби зменшити ймовірність подібних інцидентів.

Аварія на Чорнобильській атомній електростанції у 1986 році стала однією з наймасштабніших ядерних катастроф в історії людства. Вона продемонструвала важливість швидкого прийняття рішень щодо евакуації населення та організації ліквідації наслідків. Соціальні та екологічні наслідки тривають десятиліттями, змінюючи життя мільйонів людей. Внаслідок Чорнобиля були створені міжнародні конвенції та посилені стандарти ядерної безпеки, а також підвищена увага до відповідального інформування громадськості під час криз.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Розроблений алгоритм реагування соціальних служб на потенційну аварію на ЗАЕС представляє собою комплексну систему, що охоплює весь спектр дій від перших хвилин кризи до багаторічної реабілітації постраждалих. Ефективність цього алгоритму залежить від кількох ключових факторів: швидкості прийняття рішень у критичні моменти, злагодженої міжвідомчої координації, інтеграції сучасних цифрових технологій, професійної психологічної підтримки населення та вмілої адаптації міжнародного досвіду до українських реалій. Важливо усвідомлювати, що будь-який алгоритм не може передбачити всіх можливих сценаріїв розвитку подій у надзвичайній ситуації. Реальність завжди виявляється складнішою за теоретичні моделі. Тому

критично важливою є гнучкість системи реагування, здатність соціальних працівників приймати рішення в умовах невизначеності та дефіциту інформації, готовність до імпровізації за одночасного збереження базових принципів захисту найвразливіших верств населення. Професіоналізм та людяність мають стати двома опорами, на яких тримається вся система соціального захисту в кризових умовах.

Подальші дослідження у цій сфері мають бути спрямовані на детальне опрацювання кожної фази алгоритму з урахуванням специфіки конкретних територій, апробацію запропонованих цифрових інструментів у рамках практичних навчань та поглиблене вивчення соціально-психологічних аспектів довгострокової адаптації переселенців після техногенних катастроф. Лише через постійне вдосконалення підходів, навчання на власному та чужому досвіді, можна досягти того рівня готовності, який дозволить максимально ефективно захистити людей у разі настання екологічної катастрофи.

На основі проведеного дослідження можна сформулювати низку практичних кроків для підвищення готовності соціальних служб до реагування на потенційну аварію на ЗАЕС. Створення спеціалізованих кризових бригад у складі соціальних служб має стати пріоритетом, причому ці команди повинні пройти інтенсивне навчання, що включає теоретичну підготовку та практичні навчання в умовах, максимально наближених до реальних. Регулярне проведення міжвідомчих навчань за участю всіх задіяних служб дозволить відпрацювати взаємодію та виявити слабкі місця в алгоритмах реагування ще до настання реальної кризи.

Створення матеріальних резервів є не менш важливим аспектом підготовки. Запаси продуктів харчування, медикаментів, засобів гігієни, одягу мають бути створені та стратегічно розміщені так, щоб їх можна було швидко доставити до пунктів евакуації. Розробка детальних карт вразливості населення з визначенням осіб, які потребують першочергової евакуації, дозволить діяти цілеспрямовано та не втрачати дорогоцінний час на пошук тих, хто потребує особливої уваги. Впровадження цифрової платформи для управління кризовими ситуаціями має відбуватися поетапно, з можливістю інтеграції з державними реєстрами та міжнародними базами даних. Створення психологічного резерву, мережі психологів-волонтерів, які можуть бути оперативно залучені до надання допомоги постраждалим, вирішить проблему дефіциту фахівців у момент найбільшої потреби. Укладення попередніх угод з приймаючими громадами, готельним бізнесом, транспортними компаніями створить правову та організаційну основу для швидких дій. Нарешті, систематична інформаційна підготовка населення через освітні кампанії, розповсюдження інформаційних матеріалів та створення навчальних відео має стати постійною практикою, а не разовою акцією.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аврамук, О. Л. Особливості роботи Державної служби України з надзвичайних ситуацій в умовах воєнного стану: кваліфікаційна робота магістра. Луцьк, 2024. 57 с.

2. Зацікавленість і спроможність організацій громадянського суспільства надавати соціальні послуги: звіт за результатами дослідження / Київський міжнародний інститут соціології; ICAP Єднання. Київ, 2024. 92 с. URL: https://api.home.ednannia.ua/upload/kch/24/07/22/Дослідження%20про%20соціальні%20послуги.pdf (дата звернення: 24.10.2025).

3. Коваленко С. В. Підготовка майбутніх соціальних працівників до роботи у громаді в умовах надзвичайних ситуацій: кваліфікаційна робота магістра. Миколаїв, 2024. 117 с.

4. Кочубейник О. М. Надзвичайна ситуація, як соціальна конструкція: монографія. Національна академія пед. наук України, Інститут соціальної та політичної психології. – Кропивницький: Імекс-ЛТД, 2023. – 273 с.

5. Кравців, С. Я., Соболь, О. М., Тютюник В. В. Мінімізація наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру шляхом розподілу оперативно-рятувальних підрозділів за рівнем інтегрального ризику: монографія. Харків : НУЦЗУ, 2019. 135 с.

6. Національне опитування щодо сприйняття і обізнаності населенням соціальної політики в Україні / Київська школа економіки, Info Sapiens; Міністерство соціальної політики України; ЮНІСЕФ. Київ, 2024. 44 с. URL:https://www.unicef.org/ukraine/media/48646/file/KSE_MoSP_UNICEF_report_Sociology_Ukr.pdf.pdf (дата звернення: 24.10.2025).

7. Оцінка громадянами ситуації в країні, довіра до соціальних інститутів, політиків, посадовців та громадських діячів (травень 2023 р.) – Центр Разумкова. Соціологія.URL:https://razumkov.org.ua/napriamky/sotsiologichni-doslidzhennia/otsinka-gromadianamy-sytuatsii-v-kraini-dovira-do-sotsialnykh-instytutiv-politykiv-posadovtsiv-ta-gromadskykh-diiachiv-traven-2023r (дата звернення: 24.10.2025).

8. Про затвердження Порядку проведення евакуації у разі загрози виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру: Постанова Кабінету Міністрів України від 30 жовтня 2013 р. № 841. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/841-2013-п (дата звернення: 23.10.2025).

9. Про соціальні послуги: Закон України від 17 січня 2019 р. № 2671-VIII. Відомості Верховної Ради. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2671-19 (дата звернення: 23.10.2025).

10. Реалізація заходів цивільного захисту територіальними громадами: методичні рекомендації Національного методичного центру ДСНС для керівника територіальної громади. Херсон, 2021. 20 с. URL: https://nmc.dsns.gov.ua/upload/1/3/0/6/3/2021-1-26-dlia-gromad-2021.pdf (дата звернення: 23.10.2025).

11. Річниця аварії на АЕС у Фукусімі: які висновки стануть у пригоді Україні. Українська енергетика. 28 лютого 2024. URL: https://ua-energy.org/uk/posts/richnytsia-avarii-na-aes-u-fukusimi-iaki-vysnovky-stanut-u-pryhodi-ukraini (дата звернення: 24.10.2025).

Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 639.3.03:639.371.52(477)
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.43

ОЦІНКА ТОВАРНИХ КОНДИЦІЙ ПРОМИСЛОВИХ МАСИВІВ РАМЧАСТИХ КОРОПІВ, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ СИНТЕТИЧНОЇ СЕЛЕКЦІЇ

Приймак В. В. – аспірант,
Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук
orcid.org/0009 000520540543
***Колесник Р. Р.** – аспірант,*
Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук,
orcid.org/0009000699019749
***Сироватка Д. А.** – к.с.-г.н., ст. досл.,*
провідний науковий співробітник лабораторії селекції риб,
Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук
orcid.org/0000-0002-6807-1310
***Куріненко Г. А.** – к.с.-г.н., ст. досл.,*
завідувачка лабораторії селекції риб,
Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук
orcid.org/0000-0001-9365-7578

В умовах ставової аквакультури України, короп є традиційним об'єктом. Дослідження проведені в останні двадцять років спрямовані на покращення продуктивних показників за рахунок схрещування представників різних внутрішньопородних типів. Тому у даній роботі надано характеристику товарним дволіткам, отриманих від схрещування різних структурних одиниць української рамчастої породи коропа за комплексом товарних кондицій та хімічного складу м'язових тканин в порівнянні з батьківськими лініями. Об'єктами дослідження були товарні дволітки отримані методом реципрокного схрещування галицького, антонінсько-зозуленецького та малолускатого внутрішньопородного типу коропа вирощених в ставових господарств Київської та Хмельницької області. Дослідження проводилися в кінці вегетаційного сезону згідно методичних рекомендацій. Тіло дослідних коропів для аналізу розподіляли на складові частини: луска, скелетні м'язи зі шкірою, плавці та кістки. Кожну частину тіла було окремо зважено та подано у відсотковому значенні до загальної маси тіла. Визначення хімічного складу м'язових тканих проводили у відповідності до ДСТУ. Для досліджень були відібрані дволітки з середнім показником маси тіла від 789 г до 929,3 г. Результати досліджень засвідчують, що вихід філейної частин у помісних груп дволіток коропа перебував у межах 46,5–48,7 % та був вищим, порівняно з дволітками чистих ліній. Водночас, вихід філейної частини пропорційно збільшувався до маси тіла. Вміст білку в м'язових тканинах був в межах 12,6–14,3 % з перевагою 1 % досліду з використанням галицьких коропів. Тоді як у досліді з використанням малолускатих коропів був вищим вміст вуглеводів. За вмістом жиру перевагу мали також коропи де в схрещуваннях використано галицьких коропів. Отримані результати досліджень, доповнять дослідження попередніх років, та дозволять надати рекомендації щодо використання цих помісей для промислового вирощування в зоні Лісостепу України.

***Ключові слова:** короп, маса, товарні кондиції, білок, жир, вуглеводи.*

© Приймак В. В., Колесник Р. Р., Сироватка Д. А., Куріненко Г. А., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Pryimak V. V., Kolesnik R. R., Syrovatka D. A., Kurinenko H. A. Evaluation of commercial indicators of industrial crosses of frame carp obtained by synthetic selection

In the conditions of pond aquaculture in Ukraine, carp is a traditional object. Research conducted in the last twenty years is aimed at improving productive indicators by crossing representatives of different intrabreed types. Therefore, this work provides a characteristic of marketable two-year-olds obtained from crossing different structural units of the Ukrainian frame carp breed in terms of a complex of marketable conditions and chemical composition of muscle tissues in comparison with the parental lines. The objects of the study were commercial two-year-olds obtained by the method of reciprocal crossing of the Galician, Antonin-Zozulenetsky and small-scale intrabreed carp types grown in pond farms of the Kyiv and Khmelnytsky regions. The studies were conducted at the end of the growing season according to methodological recommendations. The body of the experimental carp was divided into component parts for analysis: scales, skeletal muscles with skin, fins and bones. Each body part was weighed separately and presented as a percentage of the total body weight. The chemical composition of muscle tissue was determined in accordance with State standard of Ukraine. Two-year-olds with an average body weight of 789 g to 929.3 g were selected for the study. The results of the study show that the yield of fillet parts in crossbred groups of two-year-old carp was within 46.5–48.7 % and was higher compared to two-year-olds of pure lines. At the same time, the yield of the fillet increased proportionally to body weight. The protein content in muscle tissues was within 12.6–14.3 % with a 1 % advantage in the experiment using Galician carps. While in the experiment using small-scale carps, the carbohydrate content was higher. Carps where Galician carps were used in crosses also had an advantage in terms of fat content. The obtained research results will complement the research of previous years and allow us to provide recommendations on the use of these hybrids for industrial cultivation in the Forest-Steppe zone of Ukraine.

Key words: *carp, weight, commodity conditions, protein, fat, carbohydrates.*

Постановка проблеми. В умовах сьогодення аквакультура є однією з провідних галузей сільського господарства, і відповідно до попиту ринку має забезпечити споживачів товарною продукцією з підвищеними товарними кондиціями [1–5]. Враховуючи технологічні нормативи, що були рекомендовані в 90-х роках минулого століття товарна маса дволіток коропа має становити 500 г [6]. Однак орієнтуючись на сучасний ринок аквакультури, що сформований у відповідності до потреб споживача, товарна маса має становити понад 1,5 кг. Забезпечуючи відповідний попит, власники ставових господарств на постійній основі, здійснюють вдосконалення технологічних процесів вирощування риби, що дозволить отримати продукцію з підвищеними товарними кондиціями [7, 8]. Одним із напрямів підвищення продуктивних показників, зокрема індивідуальної маси тіла є використання явища гетерозису. Поєднання двох віддалених порід, заводських ліній, дозволяє отримати покращену товарну продукцію [9–11]. Попередні дослідження проведені низкою науковців засвідчують, що поєднання коропів української селекції, в залежності від технології вирощування, дозволяє отримати значно вищі показники продукції [11–13]. Водночас варто відзначити, що основним фактором є кількісні та якісні показники м'ясної продукції. У коропів з вищими показниками високоспинності, за рахунок м'ясистої тілобудови, за технологічної обробки, вихід філе є вищим [14]. Оскільки коропи української рамчастої породи в порівнянні з лускатими коропами більш високоспинні, даний факт, спонукає для філерування використовувати саме рамчастих коропів. Водночас варто також звернути увагу на хімічний склад м'язових тканин. Для риби, як біологічного об'єкту, вміст білку в м'язових тканинах може коливатися в межах 15,0–25,0 % [15–18] та залежати від низки чинників, зокрема виду [19] статті [20], сезону [21–23] умов утримання [24] годівлі [25, 26], віку [27] та генетичного походження [28–30]. Тому проведення досліджень з вивчення товарних кондицій помісних коропів є актуальним в умовах сьогодення аквакультури України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Завдяки проведеним дослідженням попередніх років, в умовах Прикарпаття, було здійснено аналіз товарних кондиції чистих ліній галицького коропа та його помісних нащадків з антонінсько-зозуленецькими рамчастими коропами [11, 27]. В зоні Лісостепу здійснені аналогічні дослідження з товарними дволітками, що були отримані від схрещування антонінсько-зозулинецького та любінського коропів [10]. За результатами досліджень встановлено, що вихід філейної частини товарних коропів з показником індивідуальної маси тіла в межах 800–1200 г перебуває в межах від 44,0 до 48,0 %, тоді як збільшення товарної маси до 1,5 кг і вище, забезпечує отримати вихід філейної частини понад 50,0 % [10].

Отже, маючи попередні наробки наукових досліджень [10, 11, 27], можемо припустити, що буде доцільним проаналізувати товарні кондиції та хімічний склад м'язових тканин, нових помісних ліній вирощених в ставових господарствах за різних технологічних умов в умовах Лісостепу.

Матеріали та методи досліджень. Вирощування товарних дволіток проводили в рибницьких господарствах Київської (ДП «ДГ Нивка»), та Хмельницької області (ПрАТ «Хмельницькрибгосп»), що відносяться до зони Лісостепу України. Для основних типів схрещувань були обрані різновікові особини антонінсько-зозуленецького, галицького та малолускатого (нивківської та лебединської заводської лінії) внутрішньопородних типів рамчастого коропа та отримано такі помісні групи:

♀***ГРК х*** ♂ ***МЛ$_{(З/Л)}$К*** – ♀ галицького рамчастого внутрішньопородного типу х ♂ лебединської заводської лінії малолускатого внутрішньопородного типу коропа;

♀ ***МЛ$_{(З/Л)}$К х*** ♂***ГРК*** – ♀ лебединської заводської лінії малолускатого внутрішньопородного типу х ♂ галицького рамчастого внутрішньопородного типу коропа;

♀ ***МЛ$_{(З/Л)}$К х*** ♂***МЛ$_{(З/Л)}$К*** – ♀ лебединської заводської лінії малолускатого внутрішньопородного типу х ♂ лебединської заводської лінії малолускатого внутрішньопородного типу коропа;

♀***АЗРК х*** ♂***МН$_{(З/Л)}$К*** – ♀ антонінсько-зозуленецького внутрішньопородного типу х ♂ нивківської заводської лінії малолускатого внутрішньопородного типу коропа;

♀ ***МН$_{(З/Л)}$К х*** ♂***АЗРК*** – ♀ нивківської заводської лінії малолускатого внутрішньопородного типу коропа х ♂ антонінсько-зозуленецького внутрішньопородного типу коропа;

♀***МН$_{(З/Л)}$К х*** ♂***МН$_{(З/Л)}$К*** – ♀ нивківської заводської лінії малолускатого внутрішньопородного типу коропа х ♂ нивківської заводської лінії малолускатого внутрішньопородного типу коропа;

♀***АЗРК х*** ♂ ***АЗРК*** – ♀ антонінсько-зозуленецького внутрішньопородного типу х ♂ антонінсько-зозуленецького внутрішньопородного типу коропа;

З метою оцінки харчової цінності товарних дволіток було визначено відношення окремих частин тіла у відсотках до загальної маси риби шляхом фізіологічного аналізу. Тіло дослідних коропів для аналізу розподіляли на складові частини: голова, луска +слиз, скелетні м'язи зі шкірою (філейна частина), плавці та кістки, нутрощі. В процесі роботи виділялась кров, її масу відносили до нутрощів. Голову відокремлювали від тіла методом відламування між потиличною кісткою та першим хребцем. Кожну частину тіла було окремо зважено та пораховано відносне значення до загальної маси дослідного екземпляра [31].

Визначення хімічного складу м'язових тканих проводили у відповідності до ДСТУ 8030:2015 Риба та рибні продукти. Методи визначання білкових речовин,

ДСТУ 8717:2017 Риба та рибні продукти. Методи визначення жиру. Для проведення досліджень були задіяні такі прилади: Аналітичні ваги «OHAUS», дигестор «BEGER», дистилятор «FoodALYT D1000», шафа сушильна лабораторна «ThermoLab» СНОЛ 58/350.

Результати досліджень. Середня маса товарних була в межах від 789,0 г до 929,3 г. Аналіз продуктивних показників дволіток коропа, отриманих від схрещування плідників галицького (ГРК) та малолускатого коропа лебединської заводської лінії (МЛ$_{(зл)}$К), засвідчує, що найбільш високими вони були за схрещування ♀ГРК х♂МЛ$_{(зл)}$К, за якого товарні дволітки мали максимальний показник індивідуальної маси тіла – 923,3 – 58,7 г. При цьому перевага їх маси над масою помісних дволіток, отриманих від реципрокного схрещування, склала 13,0 %, а дволіток чистої лінії МЛ$_{(зл)}$К – на 17,8 %. Серед дволіток, отриманих у схрещуваннях рамчастих коропів нивківської заводської лінії (МН(зл)К) та антонінсько-зозуленецького (АЗРК) внутрішньопородних типів, дещо вищий темп росту встановлено у помісей ♀МН$_{(зл)}$К х ♂АЗРК. Їх середній показник маси тіла складав 892,0 ± 94,3 г, що лише на 0,8 % вище, ніж у реципрокних дволіток ♀АЗРК х ♂МН$_{(зл)}$К. За даним показником перевага обох помісних груп над чистими материнськими лініями складала 7,5 %, над батьківськими – була у межах від 6,6 до 8,4 % (рис. 1).

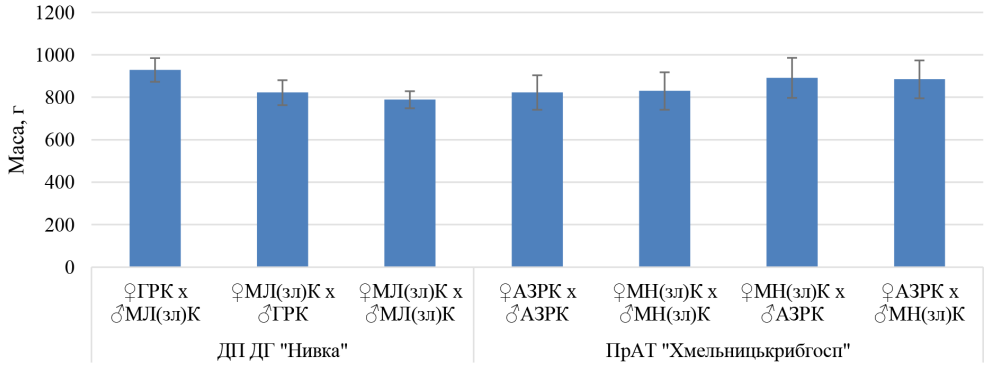


Рис. 1. Середні показники індивідуальної маси тіла дволіток промислових ліній рамчастих коропів різного генезису, M ± m, n = 15

За визначення абсолютних та відносних показників виходу філе, було встановлено, що у коропів з вищим показником індивідуальної маси тіла був вищим показник маси м'язових тканин. Так у помісних коропів отриманих від схрещування ♀ГРК х ♂МЛ$_{(зл)}$К, за середньої індивідуальної маси тіла 929,3 г частка м'язових тканин становила в середньому 47,8 %, що складало 452,0г. за зниження індивідуальної маси тіла до 789,0–830,0г, маса філе становила 44,6–45,9 % від загальної маси тіла. При порівнянні коропів чистих ліній з помісними варто відзначити перевагу помісних в обох експериментах. Перевага помісних коропів отриманих від схрещування ♀ГРК х ♂МЛ$_{(зл)}$К та ♀МЛ$_{(зл)}$К х ♂ГРК над чистою лінією малолускатих коропів лебединської заводської лінії становила відповідно 2,8 % та 0,6 %. Реципрокні помісі отримані від схрещування ♀МН$_{(зл)}$К х ♂АЗРК переважали батьківські на 2,8 % та 3,6 %. У помісних дволіток ♀АЗРК х ♂МН$_{(зл)}$К дана перевага становила 1,6 % та 2,4 % відповідно (рис. 1а).

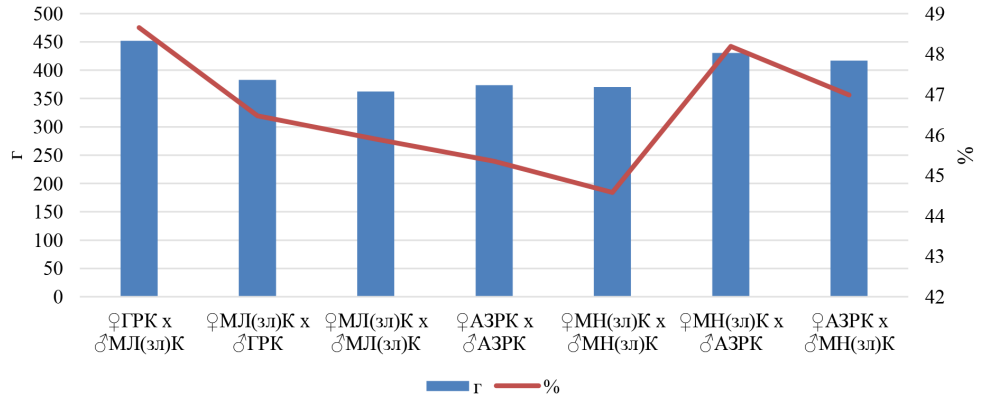


Рис. 1а. Відносні (г) та абсолютні (%) показники виходу філе в порівнянні з показником індивідуальної маси тіла, M ± m, n = 3

При обробці товарних дволіток на патрання встановлено, що частка нутрощів становила від 15,3 5 до 21,1 %, що становило відповідно 120,7–175,3 г. В досліді з використанням реципрокних помісей галицького та малолускатого коропів лебединської заводської лінії, в помісних груп частка нутрощів була нарівні 18,0 %, та була вищою в порівняння з дволітками чистої лінії малолускатих коропів. У досліді з використанням малолусктих коропів нивківської заводської лінії та антонінсько-зозуленецьких коропів, частка нутрощів становила від 17,3 % до 21,1 %, при цьому варто зазначити, що даний показник серед батьківський ліній був нижчим у коропів антонінсько-зозуленецького масиву і складав 19,1 %. При схрещуванні з малолускатими, у помісних форм даний показник знижувався до 17,3 та 18,6 %, тоді як у чистої лінії даний показник мав максимальне значення та складав 21,1 % (рис. 2).

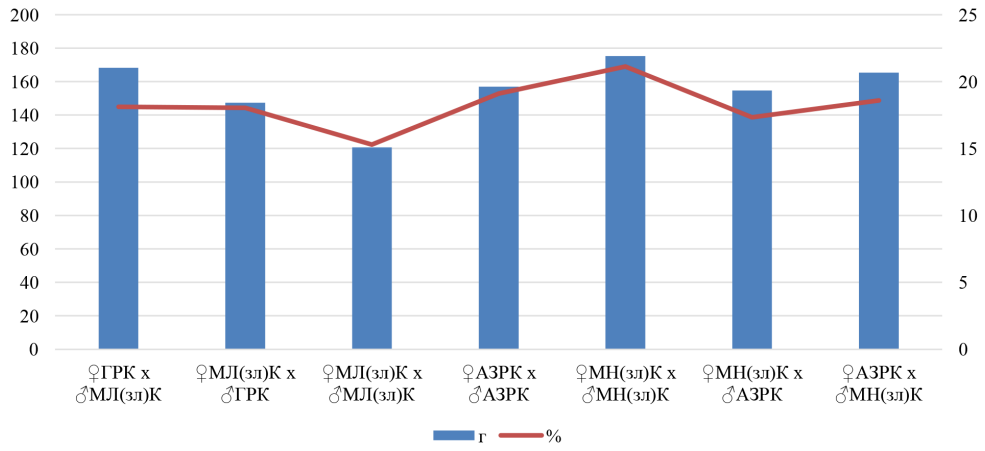


Рис. 2. Відносні (г) та абсолютні (%) показники маси нутрощі в порівнянні з показником індивідуальної маси тіла, M ± m, n = 3

При обробці на тушку, масова частка голови в середньому складала від 169,0 до 180,7 г, що становило 19,5–21,6 %. Суттєвої переваги, що становила б понад

1,0 % між помісними та чистими лініями в досліді як з галицькими так і антонінсько-зозуленецькими коропами виявлено не було (рис. 3)

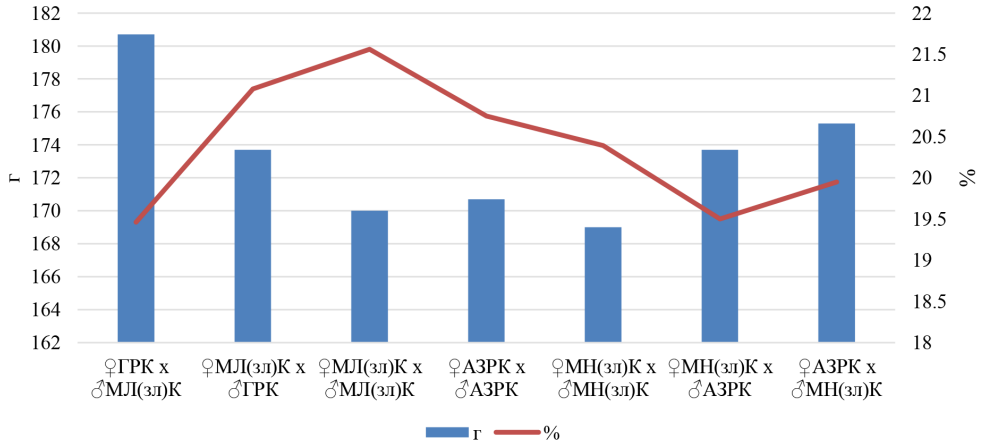


Рис. 3. Відносні (г) та абсолютні (%) показники маси голови в порівнянні з показником індивідуальної маси тіла, M ± m, n = 3

Масова частка кісток і плавців була в межах від 107,3 до 125,3г, що становило 12,2–15,9 %. Серед помісних дволіток отриманих від схрещування галицьких та малолускатих коропів мінімальним показником 12,2 % характеризувалися дволітки в яких материнська лінія була представлена галицькими коропами. Натомість у дволіток чистої лінії за мінімальної маси тіла, частка кісток та плавців була найвищою та становила15,9 %. У дволітніх нащадків отриманих за використання антонінсько-зозуленецьких та малолускатих коропів нивківської заводської лінії, у чистих ліній частка плавців та кісток була нижчою в порівнянні з помісними реципрокними дволітками (рис. 4).

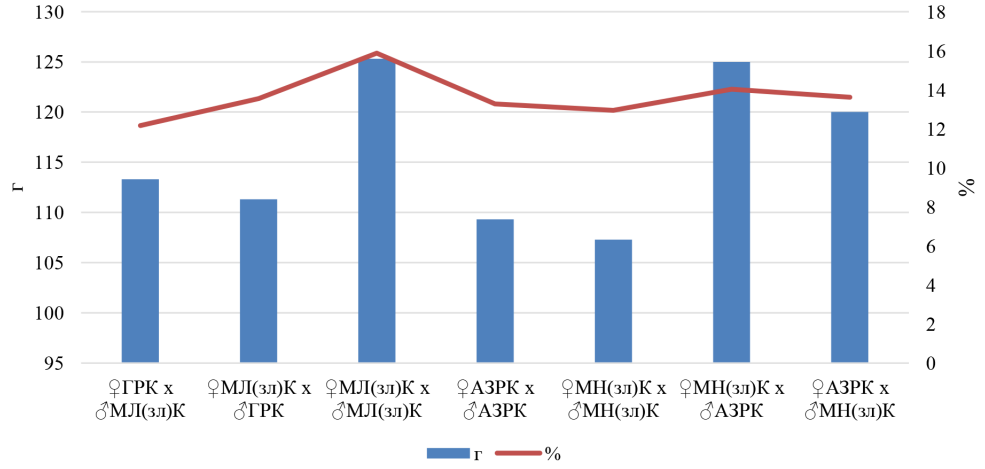


Рис. 4. Відносні (г) та абсолютні (%) показники маси кісток та плавців в порівнянні з показником індивідуальної маси тіла, M ± m, n = 3

Серед морфометричних показників найбільш мінливим була масова частка луски та слизу. Серед даних показників різниця в деяких дослідних групах складала майже 2 рази. Серед дволіток отриманих від схрещування галицьких та малолускатих коропів масова частка луски становила 1,6 % та 0,9 %, тоді як у чистих ліній даний показник становив 1,4 %. Серед нащадків антонінсько-зозуленецьких та малолускатих коропів масова частка луски становила 0,93 та 0,85 %. Та не перевищувала показник дволіток чистих ліній малолускатих коропів, тоді як серед дволіток чистої лінії антонінсько-зозуленецьких коропів даний показник був вищим та складав 1,52 % (рис. 5).

За показниками хімічного аналізу м'язових тканин було встановлено, що рівень білку в м'язових тканинах був в межах 12,6–14,3 %. При цьому варто відзначити,

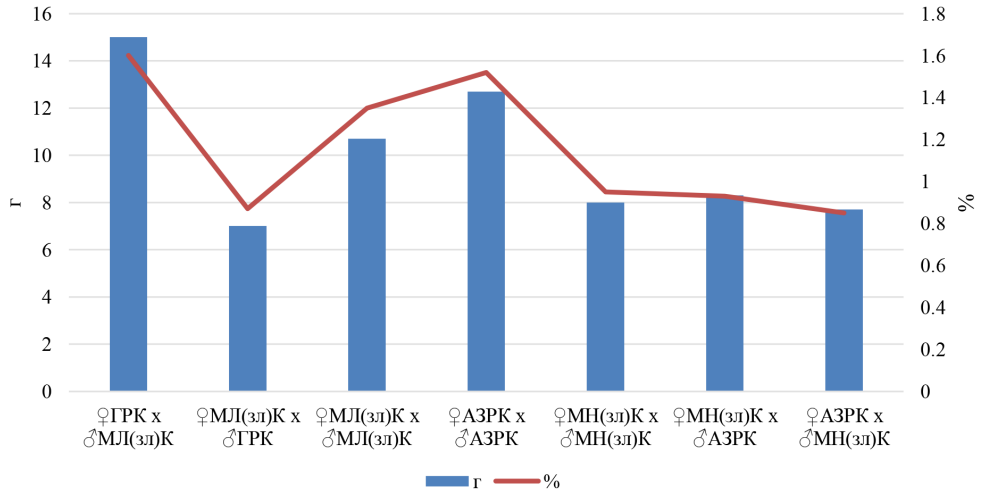


Рис. 5. Відносні (г) та абсолютні (%) показники маси луски+слиз в порівнянні з показником індивідуальної маси тіла, M ± m, n = 3

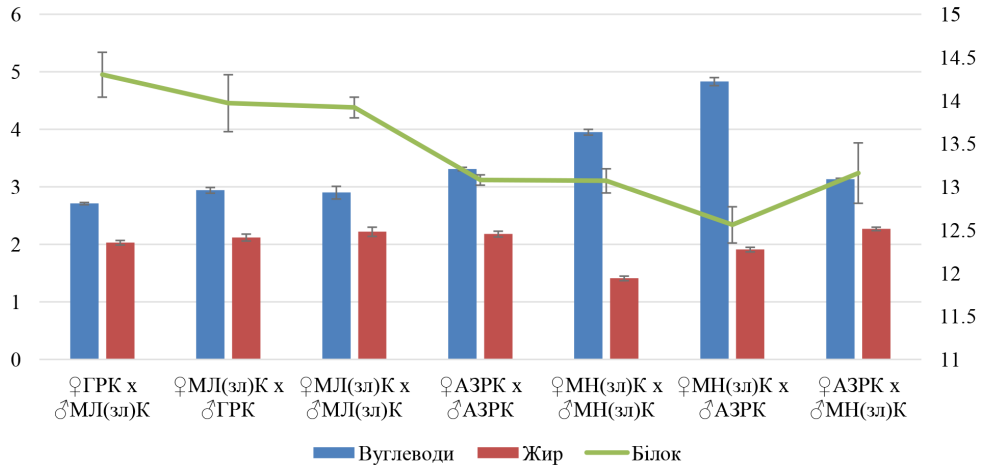


Рис. 6. Показники хімічного складу м'язових тканин рамчастих коропів різного генезису

що у товарних дволіток, що були нащадками галицьких коропів рівень білку був вищим в порівнянні з помісними нащадками отриманими від антонінсько-зозуленецьких коропів в середньому на1,3 %. Натомість у нащадків дволіток отриманих від антонінсько-зозуленецьких коропів був вищим рівень вуглеводів на 1,6 %. Вміст жиру у помісних дволіток отриманих від схрещування галицьких коропів був межах 2,0–2,1 % та поступався за даним показником дволіткам чистих ліній. У помісних дволіток другого досліду вміст жиру був в межах 1,91–2,27 %. Водночас варто відмітити, що помісні дволітки з материнською лінією малолускатого короп та його дволітки чистої лінії поступалися чистим лініям дволіток антонінсько-зозуленецького коропв та помісних ♀АЗРК х ♂МН(зл)К (рис. 6).

Таким чином, можемо констатувати, що хімічних склад м'язових тканин цілком залежав від умов утримання, зокрема від раціону та тривалості годівлі.

Висновки і пропозиції. Одержані результати досліджень дозволяють зробити висновки про те, що вихід філейної частин у помісних груп дволіток коропа перебував у межах 46,5–48,7 % та був вищим, порівняно з дволітками чистих ліній. Даний результат можна пояснити відмінностями в динаміці росту, зокрема накопичення маси тіла, що обумовленою генетичними особливостями дослідних дволіток. Водночас варто відмітити, що вихід філейної частини пропорційно збільшувався до маси тіла. За аналізу м'язових тканин на вміст білку, жиру та вуглеводів встановлено, що рівень білку був в межах 12,6–14,3 % з перевагою 1 % досліду з використанням галицьких коропів. Тоді як у досліді з використанням малолускатих коропів був вищим вміст вуглеводів. Отримані результати дозволяють рекомендувати дані помісі як промислові лінії в низці ставових господарств зони Лісостепу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів : Закон України від 8 лип. 2011 р. № 3677-VI. *База даних «Законодавство України»*. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3677-17#Text (дата звернення: 31.08.2025).
2. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо удосконалення державного регулювання в галузі рибного господарства, збереження та раціонального використання водних біоресурсів та сфері аквакультури : Закон України від 21 бер. 2023 р. № 2989-IX. *База даних «Законодавство України»*. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2989-20#n12 (дата звернення: 31.08.2025).
3. Про схвалення Стратегії розвитку галузі рибного господарства України на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2023–2025 роках : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 2 трав. 2023 р. № 402-р. *База даних «Законодавство України»*. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/402-2023-%D1%80#Text (дата звернення: 31.08.2025).
4. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome : FAO, 2020.
5. Miao W., Wang W. Trends of aquaculture production and trade: Carp, tilapia, and shrimp. *Asian Fisheries Society*. 2020. Vol. 33. P. 1–10.
6. Галузевий збірник нормативно-технологічної документації з розведення та вирощування промисловоцінних риб / укл. Борбат М. О. та ін. Київ : Укррибпроект, 2003. 249 с.
7. Дюдяєва О. А., Рутта О. В. Додаткові вимоги до продукції аквакультури на зовнішніх ринках, у тому числі в торговельних мережах ЄС. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2021. № 2(10). С. 64–76.
8. Evaluation of Production and Economic Performance of Farmed Carp Using Small Lake-Commercial Fish Farms System in Southeastern Kazakhstan /

Abilov B. I. et al. *Archives of Razi Institute*. 2021. Vol. 76, № 4. P. 1143–1154. DOI: https://doi.org/10.22092/ari.2021.355785.1722.

9. Краснопольська О. В., Куріненко Г. А. Оцінка товарних кондицій помісей першого покоління антонінсько-зозуленецьких та галицьких рамчастих коропів. *Рибогосподарська наука України*. 2024. № 1. С. 89–101.

10. Оцінка органолептичних та інтер'єрних показників помісних коропів першого покоління від схрещування антоніно-зозуленецького і любінського внутрішньопородного типів української рамчастої породи / Грішин Б. О. та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2018. Вип. 55. С. 56–60.

11. Краснопольська О. В., Куріненко Г. А. Аналіз рибницько-біологічних показників дволіток, отриманих від реципрокних схрещувань антонінсько-зозуленецьких та галицьких рамчастих коропів. *Рибогосподарська наука України*. 2023. № 2. С. 71–82.

12. 12.Kurinenko G. A., Syrovatka D. A. Characteristics of local annuals of Galician and Lyubyn carp as a component of synthetic selection. *Forecasts and prospects of scientific discoveries in agricultural sciences and food* : International scientific conference, August 30–31, 2022. Riga, the Republic of Latvia: proceed. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2022. P. 122–126.

13. Антонінсько-зозуленецький внутрішньопородний тип українських порід коропа як перспективна ланка Прикарпаття / Куріненко Г. А. та ін. *Рибогосподарська наука України*. 2024. № 3(69). С. 94–109.

14. Данильчук Г. А., Грішин Б. О., Тучапський Я. В. Характеристика кількісних та якісних показників товарної продукції різних видів коропових риб. *Рибогосподарська наука України*. 2025. № 3(73). С. 111–127.

15. Ochiai Y., Ozawa H. Biochemical and physicochemical characteristics of the major muscle proteins from fish and shellfish. *Fish Sci*. 2020. № 86. P. 729–740.

16. Sujatha K., Anitha Joice A., Senthilkumaar P. Total protein and lipid content in edible tissues of fishes from Kasimodu fish landing centre, Chennai, Tamilnadu. *European Journal of Experimental Biology*. 2013. № 3(5). P. 252–257.

17. Sandhya M. Pawar, Smita R. Sonawane Fish muscle protein highest source of energy. *International Journal of Biodiversity and Conservation*. 2013. № 5(7). P. 433–435.

18. Bomi Ryu K., Shin Se-Kwon Kim. Muscle Protein Hydrolysates and Amino Acid Composition in Fish. *Agricultural and Food Sciences*. 2021. № 19(7). P. 377.

19. Histological and biochemical evaluation of skeletal muscle in the two salmonid species *Coregonus maraena* and *Oncorhynchus mykiss* / Grunow B. et al. *PLoS ONE*. 2021. 16:e0255062. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255062

20. Cleveland Beth M., Weber Gregory M. Effects of sex steroids on indices of protein turnover in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) white muscle. *General and Comparative Endocrinology*. 2011. Vol. 174, iss. 2. P. 132–142.

21. Payuta A. A., Flerova E. A. Impact of habitation conditions on metabolism in the muscles, liver, and gonads of different sex and age groups of bream. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021. № 12(2). P. 240–250.

22. Dambergs N. Extractives of Fish Muscle. 4. Seasonal Variations of Fat, Water-Solubles, Protein, and Water in Cod (*Gadus morhua* L.) Fillets. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 2011. № 21(4). P. 703–709.

23. Impact of spawning season on fillet quality of wild pikeperch (*Sander lucioperca*) / Tönißen K. et al. *Eur Food Res Technol*. 2022. Vol. 248. P. 1277–1285.

24. Jonsson B., Jonsson N. Early environment influences later performance in fishes. *Journal of Fish Biology*. 2014. № 85. P. 151–188.

25. Estimation of the optimum dietary protein to lipid ratio in juvenile Pengze crucian carp (*Carassius auratus Var. Pengze*) / Ding L. Y. et al. *Aquaculture Nutr*. 2022. 2485134. DOI: https://doi.org/10.1155/2022/2485134

26. Dietary creatine supplementation in gilthead seabream (*Sparus aurata*): comparative proteomics analysis on fish allergens, muscle quality, and liver / Schrama D. et al. *Front Physiol*. 2018. № 9. DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01844

27. Грициняк І. І., Гурбик В. В. Оцінка товарних кондицій різновікових груп галицького коропа. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького*. 2017. Т. 19, № 74. С. 29–32.

28. Pikeperch muscle tissues: a comparative study of structure, enzymes, genes, and proteins in wild and farmed fish / Tönißen K. et al. *Fish Physiology and Biochemistry*. 2024. Vol. 50. P. 1527–1544.

29. Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality / Fuentes A. et al. *Food Chem*. 2010. № 119. P. 1514–1518.

30. Koganti P., Yao J., Cleveland B. M. Molecular mechanisms regulating muscle plasticity in fish. *Animals (Basel)*. 2020. Vol. 11, iss. 1. P. 61.

31. Микитюк П. В. Технологія переробки риби. Київ : Київська правда, 1999. 128 с.

Дата першого надходження статті до видання: 29.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.8:581.19:631.4
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.44

ВМІСТ ЖИРУ У НАДЗЕМНІЙ ВЕГЕТАТИВНІЙ МАСІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР, ВИРОЩЕНИХ НА РІЗНИХ ҐРУНТАХ

Разанов С. Ф. *– д.с.-г.н.,*
професор кафедри лісового та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-4883-2696
Алєксєєв О. О. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0001-5807-4932
Врадій О. І. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0001-7383-3829
Германович О. М. *– к.с.-г.н.,*
старший викладач кафедри екології та захисту довкілля,
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького
orcid.org/0009-0003-7846-4251

Вирощування енергетичних культур в Україні є актуальним, як для енергетики, так і галузі тваринництва. Вироблені з надземної вегетативної маси енергетичних культур пілетів є альтернативою твердого палива, кількість якого в Україні обмежена. Вегетативна маса енергетичних культур використовується в тваринництві як кормова сировина в тім числі, і бджільництві, забезпечуючи нектаромедоносних бджіл.

Одним із важливих складових показників надземної вегетативної маси є вміст жиру, що є цінним за використання її в якості кормової сировини.

В даній статті наведені результати трьохрічних досліджень з вивчення вмісту жиру у надземній вегетативній масі енергетичних культур (міскантусу, мальви пенсільванської та сильфію пронизанолистого), вирощених на різних грунтах (сірий лісовий, чорнозем типовий, дерново підзолистий піщаний).

Метою даного дослідження було вивчення вмісту жиру у надземній вегетативній масі енергетичних культур, вирощених на різних грунтах.

Вміст жиру у вегетативній масі енергетичних культур залежав від ботанічного їх походження та типу ґрунтів та тривалості вирощування. Найвищим вмістом жиру характеризувалась вегетативна маса міскантусу, вирощеного на чорноземі типовому, а сильфію пронизанолистого та мальви пенсільванської на сірому лісовому грунті.

Із підвищенням тривалості вирощування енергетичних культур вміст жиру у їх вегетативній масі дещо змінювався. При вирощуванні міскантусу на сірих лісових грунтах чорноземах типових та дерново підзолистих піщаних спостерігалось зниження вмісту жиру у його вегетативній масі третього року вирощування порівняно з першим.

У надземній вегетативній масі мальви пенсільванської вирощеної на сірих лісових ґрунтах та чорноземах типових вміст жиру виявився вищим на третьому році вегетації порівняно з першим, тоді як на чорноземі типовому навпаки спостерігалось зниження.

Вирощування сильфію пронизанолистого на сірих лісових ґрунтах супроводжувалось підвищенням жиру у надземній вегетативній масі даної культури, а на чорноземі

© Разанов С. Ф., Алєксєєв О. О., Врадій О. І., Германович О. М., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

типовому і дерново підзолистому піщаному ґрунті навпаки – зниженням за третього року, порівняно з першим роком вегетації.

Ключові слова: *сірий лісовий грунт, чорнозем типовий, дерново підзолистий піщаний грунт, міскантус, мальва пенсільванська, сильфій пронизанолистий, жир, вирощування.*

Razanov S. F., Alieksieiev O. O., Vradii O., Hermanovych O. M. Fat content in above-ground vegetative mass of energy crops growing on different soils

Growing energy crops in Ukraine is relevant for both the energy industry and the livestock industry. Pellets produced from the above-ground vegetative mass of energy crops are an alternative to solid fuel, the amount of which is limited in Ukraine. The vegetative mass of energy crops is used in animal husbandry as feed raw material, including beekeeping, providing nectar for honey bees.

One of the important components of the above-ground vegetative mass is the fat content, which is valuable for its use as feed raw material.

This article presents the results of three-year studies on the study of the fat content in the above-ground vegetative mass of energy crops (Miscanthus x giganteus, Sida hermaphrodita and Silphium perfoliatum), grown on different soils (gray forest, typical black soil, sod podzolic sandy).

The aim of this study was to study the fat content in the above-ground vegetative mass of energy crops grown on different soils.

The fat content in the vegetative mass of energy crops depended on their botanical origin and soil type and duration of cultivation. The highest fat content was characterized by the vegetative mass of Miscanthus x giganteus grown on typical chernozem, and silphium pennifolium and Sida hermaphrodita on gray forest soil.

With an increase in the duration of cultivation of energy crops, the fat content in their vegetative mass changed somewhat. When growing Miscanthus x giganteus on gray forest soils, typical chernozems and sod podzolic sandy soils, a decrease in the fat content in its vegetative mass was observed in the third year of cultivation compared to the first.

In the above-ground vegetative mass of Sida hermaphrodita grown on gray forest soils and typical chernozems, the fat content was higher in the third year of vegetation compared to the first, while on typical chernozem, on the contrary, a decrease was observed.

Cultivation of Silphium perfoliatum on gray forest soils was accompanied by an increase in fat in the above-ground vegetative mass of this crop, and on typical chernozem and soddy podzolic sandy soil, on the contrary, a decrease in the third year, compared to the first year of vegetation.

Key words: *gray forest soil, typical chernozem, soddy podzolic sandy soil, miscanthus, Pennsylvanian mallow, Silphium penyzanolisty, fat, cultivation.*

Постановка проблеми. Вирощування енергетичних культур дозволяє отримувати відновлювану сировину для виробництва пелет, брикетів, біогазу або рідкого біопалива, а також кормову сировину для галузі тваринництва за використання деградованих сільськогосподарських угідь [2].

Енергетичні культури включають: енергетичну вербу, тополю, міскантус, світчграс, сорго, сильфый пронизанолистий, малву пенсільванську та ін. Вибір культури залежить від типу ґрунту, клімату та кінцевої мети (тепло чи газ). Технологія вирощування багаторічних культур (верба, міскантус) суттєво відрізняється від традиційного землеробства. Оскільки плантація закладається на декілька десятиріч [3].

Посадковим матеріалом для верби використовують живці (пагони 20 см), для міскантусу – ризоми (кореневища) в період ранньої весни, поки в ґрунті багато вологи. Щільність для верби це зазвичай 13–15 тисяч живців на 1 га. Догляд найважливіший у перший рік. Енергетичні культури дуже вразливі до конкуренції в перший рік життя. Гербіцидний захист полягає у обов'язковій обробці від злакових та дводольних бур'янів. Міжрядний обробіток полягає у механічним розпушувані для доступу кисню [7].

Збирання зазвичай проводиться в період спокою (зима – рання весна), коли вологість стебел мінімальна. Циклічність: вербу зрізають кожні 2–3 роки,

міскантус – щороку. Середня врожайність сухої маси міскантусу становить 10–25 тонн з гектара на рік. Вирощування цих культур вирішує одразу кілька завдань: фіторемедіація – очищення ґрунтів від токсикантів та забезпечують енергетичну галузь сировиною [9].

Вибір енергетичних культур залежить не лише від їхньої теплотворної здатності, а й від біологічного потенціалу виживання в конкретних кліматичних умовах. Міскантус, мальва та сильфій належать до різних ботанічних родин, що визначає їхні вимоги до вологи, світла та ґрунтів. Міскантус гігантський (*Miscanthus x giganteus*) – це багаторічний злак, що є стерильним гібридом. Він вважається «королем» енергетичних культур завдяки типу фотосинтезу C_4, який дозволяє надзвичайно ефективно використовувати сонячну енергію та воду [1]. Коренева система представлена потужним кореневищем (ризоми), що залягає на глибині до 30 см. Воно слугує депо для поживних речовин, які восени відтікають із пагонів у корінь. Максимальний урожай дає з 3-го року. Міскантус теплолюбний, однак сучасні сорти під сніговим покривом можуть витримувати і мінусові температури. Потреба у волозі за вегетаційний період становить від 500–600 мм опадів на рік. Урожайність міскантусу в сухій масі від 15 до 25 т/га, а енергетичний еквівалент: 1 тонна сухого міскантусу ≈ 450–500 м^3 природного газу [4].

Мальва пенсільванська (*Sida hermaphrodita*) – культура походить з Північної Америки та належить до родини Мальвових. На відміну від міскантусу, вона може розмножуватися насінням, що значно здешевлює закладання плантації. Стебло мальви прямостояче, висотою до 3–4 метрів, з часом здерев'яніє. Має низький вміст хлоридів, що важливо для захисту котлів від корозії. Мальва високо морозостійка та здатна рости на бідних, піщаних ґрунтах [5]. Це одна з найбільш невибагливих культур. Мальва є чудовим медоносом, що дозволяє використовувати плантації для бджільництва до моменту збору врожаю. Урожайність у сухій масі 12–20 т/га (залежно від вологості регіону). Збирають мальву у січні-березні, коли вологість стебел падає до 15–20 %, що дозволяє одразу проводити пресування в брикети [13].

Сильфій пронизанолистий (*Silphium perfoliatum*) – багаторічна рослина родини Айстрових. За зовнішнім виглядом нагадує соняшник, але має здатність рости на одному місці понад 15 років. Сильфій має дуже глибоку стрижневу кореневу систему (до 2–3 метрів), що робить його надзвичайно посухостійким. Окрім енергетичних цілей, сильфій є високобілковим кормом і лікарською рослиною. Листки зростаються навколо стебла, утворюючи «чаші», які збирають дощову воду та росу, допомагаючи рослині виживати в спеку. Урожайність сильфію у зеленій масі (для біогазу) – до 60–80 т/га (2 укоси) у сухій масі (для спалювання) – 10–18 т/га [16].

Важливо розуміти, що в перший рік жодна з цих культур не дає промислового врожаю (йде нарощування кореневої системи). Повноцінна експлуатація починається: Міскантусу – з 3-го року, мальви – з 2-го року, а сильфію – з 2-го або 3-го року [15].

Хоча основне призначення енергетичних культур – генерація тепла та електрики, завдяки високому вмісту цукрів, білків та клітковини, вони знаходять широке застосування у тваринництві. Це дозволяє фермерам створювати замкнуті цикли: частина врожаю йде на опалення ферми, а частина – на корм худобі. Сильфій пронизанолистий (*Silphium perfoliatum*) – «Суперфуд» для ВРХ, він вважається найбільш цінною кормовою культурою серед усіх біоенергетичних рослин. За поживністю він наближається до люцерни та кукурудзи. Зелена маса містить від 14 % до 22 % сирого протеїну (у фазі бутонізації). Вітамінно-мінеральний склад

багатий на каротин, кальцій та фосфор, що критично важливо для лактуючих корів. Через високу соковитість сильфій чудово силосується [14]. Найкраще змішувати його з кукурудзою або злаковими травами для балансу цукрів. Плантація служить 15 років, що знімає необхідність щороку витрачатися на посівну кампанію.

Мальва пенсільванська (*Sida hermaphrodita*) – корм та ліки. Мальва цікава не лише як джерело маси, а й як біологічно активна добавка. Листя мальви містить до 25 % протеїну. Її можна згодовувати у вигляді зеленої підкормки, сіна або силосу. У рослині містяться слизові речовини, які позитивно впливають на травлення тварин, запобігаючи запальним процесам у шлунково-кишковому тракті (особливо у телят та молодняку) [8]. Найчастіше мальва використовується для годівлі великої рогатої худоби, овець та кролів.

Міскантус гігантський (*Miscanthus x giganteus*) – від підстилки до «структурного» корму. Міскантус має високий вміст лігніну та целюлози, тому як основний корм він малоефективний. Проте він незамінний у технічних аспектах тваринництва. Ідеальна підстилка – це основна сфера застосування міскантусу в Європі. Подрібнений міскантус вбирає вологу в 3–4 рази краще за солому. Він майже не містить пилу та спор грибків, що зменшує ризик респіраторних захворювань у коней та птиці. Після використання така підстилка швидко розкладається, перетворюючись на якісний компост. Дієтична клітковина: у раціонах ВРХ подрібнений міскантус (у невеликих кількостях) використовують як «структурний» компонент. Він стимулює жуйку та моторику рубця, коли основний раціон занадто рідкий або концентрований [10].

Якщо ці культури (особливо сильфій та сорго) використовуються для виробництва біогазу, то залишок після бродіння (дигестат) є ідеальним органічним добривом. Повернення дигестату на поля з енергетичними культурами дозволяє майже повністю відмовитися від мінеральних добрив [6].

Хімічний склад вегетативної маси енергетичних культур визначає їхню енергетичну цінність (як палива) та поживність (як корму). Оскільки ці рослини мають різні біологічні цикли, їхній склад суттєво змінюється залежно від фази вегетації та часу збирання [12].

Міскантус гігантський (*Miscanthus x giganteus*) – це типова лігноцелюлозна культура. Його склад ідеально збалансований для спалювання, але бідний для травлення. Целюлоза (40–50 %) – це основний компонент, що забезпечує високий вихід енергії та спиртів при переробці. Лігнін (10–25 %) – «природний клей», який надає стеблу жорсткості. Саме високий вміст лігніну робить міскантус чудовим паливом (підвищує температуру згоряння), але заважає травленню тварин. Геміцелюлоза (25–35 %) – полісахарид, що легко розкладається при термічній обробці. Зольність (2–4 %) – дуже низький показник золи порівняно з соломою злаків, що запобігає утворенню шлаків у котлах [14].

Мальва пенсільванська (*Sida hermaphrodita*). Хімічний склад мальви змінюється найбільш радикально: влітку це білкова культура, взимку – дерев'янисте паливо. Сирий протеїн у фазі бутонізації досягає 15–22 %. Це робить її конкурентом бобових трав. Жири (2–3 %) містяться переважно в листі, підвищуючи калорійність корму. Клітковина у період вегетації становить близько 20–25 %, але до моменту зимового збору (на паливо) зростає до 45–55 %, а вміст білка падає до мінімуму (2–3 %). Мальва накопичує значну кількість мінералів (кальцію та фосфору), що корисно для кісткової системи тварин [7].

Сильфій пронизанолистий (*Silphium perfoliatum*) за хімічним складом найбільш близький до силосної кукурудзи, але з вищим вмістом цукрів та протеїну.

Цукри (12–18 %) исокий вміст водорозчинних вуглеводів забезпечує відмінне консервування (бродіння) при силосуванні та високий вихід метану в біогазових установках. Сирий протеїн (14–20 %) концентрується в соковитих листках. Сильфій містить повний набір незамінних амінокислот (лізин, метіонін), що рідкість для грубих кормів. Дубильні речовини та сапоніни наявні в невеликих кількостях, мають антисептичну дію на шлунок тварин [9].

Для енергетики найкращим є міскантус через найнижчий вміст азоту та сірки (менше шкідливих викидів при спалюванні) та високий лігнін. Для біогазу найкращим є сильфій через високий вміст легкоферментованих цукрів. Для кормів – мальва та сильфій перевершують міскантус за вмістом протеїну в 5–7 разів [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Накопичення жиру (ліпідів) у вегетативній масі енергетичних культур є важливим показником, оскільки жири мають найвищу питому теплоту згоряння серед усіх органічних компонентів (близько 37–39 МДж/кг). Останні дослідження (2023–2025 рр.) зосереджені на тому, як тип ґрунту та стресові чинники впливають на синтез ліпідів у надземній частині міскантусу, мальви та сильфію [1].

У вегетативних органах (стебла, листя) вміст сирого жиру зазвичай не перевищує 2–6 % від сухої маси. Проте дослідження показують, що цей показник не є константним. Основна концентрація жирів (до 70–80 % від загальної кількості в рослині) зосереджена в листковій пластинці, де вони входять до складу мембран хлоропластів та воскового нальоту (кутикули). Максимальний вміст жиру спостерігається у фазі інтенсивного росту, а до моменту збору на паливо (після заморозків) він знижується через окислення та відтік поживних речовин до кореневищ [5].

Згідно з останніми публікаціями (зокрема дослідженнями на базі польських та німецьких експериментальних станцій), тип ґрунту опосередковано впливає на жирність через водний режим та доступність мікроелементів [6].

Легкі (піщані) та деградовані ґрунти. Рослини, вирощені на бідних піщаних ґрунтах з дефіцитом вологи (наприклад, мальва пенсільванська), часто демонструють підвищений вміст захисних ліпідів та восків на поверхні листя. Це адаптивний механізм для зменшення транспірації (випаровування). Вміст сирого жиру може зростати на 0,5–1,2 % порівняно з посівами на родючих ґрунтах [14].

Важкі (глинисті) та перезволожені ґрунти. Сильфій пронизанолистий на важких ґрунтах формує більшу біомасу, але питома частка жирів у ній нижча. На перезволожених ґрунтах активізується синтез гідрофільних сполук (цукрів), а не ліпофільних (жирів). На багатих азотом ґрунтах рослини схильні до накопичення протеїнів, що часто супроводжується «розбавленням» концентрації ліпідів [11].

Дослідження підтверджують пряму кореляцію між вмістом сирого жиру та LHV (*Lower Heating Value* – нижча теплота згоряння). Кожне збільшення вмісту жиру на 1 % підвищує теплотворну здатність сухої біомаси приблизно на 0,3–0,4 МДж/кг. Це робить селекцію на «жирність» вегетативної маси перспективним напрямом для створення «супер-палива». Зокрема, розглядаються методи генетичної модифікації (криспер-технології) для блокування розпаду ліпідів у стеблах під час дозрівання. Тип ґрунту впливає не стільки на генетичний потенціал накопичення жиру, скільки на інтенсивність формування захисного воскового шару. Посуха на легких ґрунтах стимулює накопичення ліпідів у міскантусу та мальви. Високий вміст жиру в сильфії є критичним, оскільки 1 г жиру дає вдвічі більше метану, ніж 1 г вуглеводів [13].

Мета дослідження – вивчення вмісту жиру у надземній вегетативній масі енергетичних культур, вирощених на різних ґрунтах.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження по вивченню вмісту жиру у надземній вегетативній масі енергетичних культур проводили протягом 2023–2025 рр. в умовах трьох типів ґрунтів (сірий лісовий, чорнозем типовий, дерново підзолистий піщаний). Енергетичні культури були представлені міскантусом, мальвою пенсільванською та сильфієм пронизанолистим. Територія вирощування енергетичних культур включала с. Гнівань Тиврівського району, Вінницької області – сірий лісовий грунт. с. Станилівка Погребищенський район, Вінницька область – чорнозем типовий. с. Грозино Коростенський район, Житомирської області – дерново підзолистий піщаний грунт.

Формування зразків для досліджень надземної вегетативної маси енергетичних культур проводили після її збору в осінні час методом точкових проб.

Визначення жиру у наземній вегетативній масі проводили в науково-дослідній лабораторії інституту сільського господарства Полісся УААН м. Житомир.

Виклад основного матеріалу досліджень. Аналіз результатів досліджень табл. 1 показує, що вміст жиру у надземній вегетативній масі міскантусу залежав, як від типу ґрунтів, так і від року проведення досліджень. Так, найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі міскантусу вирощеного на всіх типах ґрунтів (сірий лісовий, чорнозем типовий, дерново підзолистий піщаний) спостерігався у 2023 році та склав 1,90 % 1,88 % та 1,73 % відповідно. В наступних 2024 та 2025 році вміст жиру у надземній вегетативній масі даної культури, вирощеної на сірих лісових ґрунтах був нижчим у 1,45 рази і 1,53 рази порівняно з 2023 роком. У надземній вегетативній масі місуантусу вирощеного на чорноземі типовому вміст жиру у 2024 і 2025 році був нижчим, порівняно з 2025 у 1,46 рази і 1,35 відповідно.

Таблиця 1

Вміст жиру у надземній вегетативній масі міскантусу, %

Тип ґрунтів	Роки досліджень					
	2023		2024		2025	
	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень
Сірий лісовий	1,77 1,90 1,89 2,07	1,90 ± 0,12	1,24 1,37 1,45 1,20	1,31 ± 0,11	1,25 1,34 1,19 1,21	1,24 ± 0,06
Чорнозем типовий	1,79 2,03 1,97 1,85	1,88 ± 0,11	1,41 1,27 1,14 1,31	1,28 ± 0,11	1,41 1,23 1,54 1,39	1,39 ± 0,12
Дерново підзолистий піщаний	1,72 1,63 1,82 1,77	1,73 ± 0,08	0,99 1,04 1,07 1,12	1,05 ± 0,05	0,95 1,02 0,88 0,91	0,94 ± 0,06

За вирощування міскантусу на дерново підзолистих піщаних грунтах вміст жиру у надземній його вегетативній масі в 2024 і 2025 році був нижчим у 1,64 рази

і 1,85 порівняно з 2023 роком відповідно. Найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі міскантусу у 2023 і 2024 році виявлено за вирощування даної культури на сірих лісових грунтах. Так, вміст жиру у надземній вегетативній масі міскантусу, вирощеного на чорноземах типовихта дерново підзолистих піщаних грунтах був нижчим у 2023 і 2024 році відповідно у 1,01 і 103 рази та 1,09 і 1,24 рази порівняно з 2023 роком. В 2025 році найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі виявлено за вирощування даної культури нна чороземі типовому. В середньому за період досліджень у надземній вегетативній маі міскантусу, виявлено у варіанті за вирощування даної культури на чорноземі типовому. Так, середній за 2023-2023-2025 рр. вміст жиру у надземній вегетативній масі, вирощеного на чорноземі типовому був вищим у 1,02 рази в порівнянні з сірим ліісовим та 1,48 рази порівняно з дерново підзолистим піщаним.

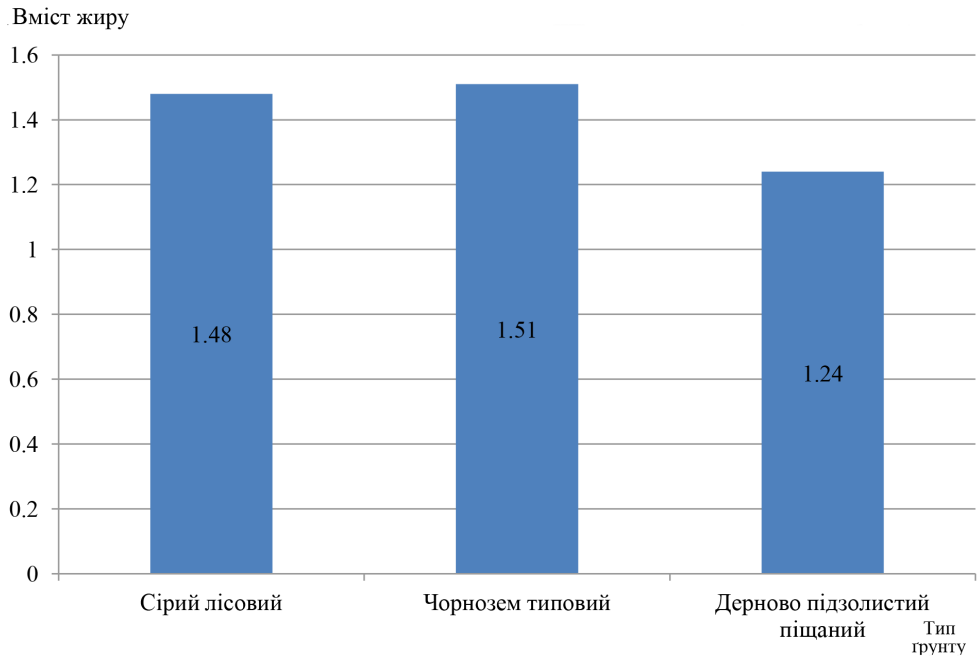


Рис. 1. Вміст жиру у надземній вегетативній масі міскануса, в середньому за 2023–2025 рр., %

Результати досліджень наведені в табл. 2 показують тенденцію вмісту жиру у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської, залежно від років досліджень та типу ґрунтів. Так, у вегетативній масі мальви пенсільванської вирощеної на сірих лісових ґрунтах, виявлено підвищений вміст жиру у 2025 році, який склав 2,13 %, тоді як у 2024 та 2023 році даний показник був нижчим у 1,09 і 1,14 рази відповідно. У надземній вегетативній масі мальви пенсільванської, вирощеної на чорноземах типових, вміст жиру у 2023 і 2024 році був нижчим у 1,03 і 1,04 рази відповідно порівнянно з 2025 роком.

Дещо іншу тенденцію вмісту жиру виявлено у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської, вирощеної на дерново підзолистих піщаних ґрунтах. Зокрема, найвищим вмістом жиру характеризується надземна вегетативна маса мальви пенсільванської, вирощеної у 2023 році на дерново підзолистих піщаних

ґрунтах, яка склала 1,53 %, тоді як у 2024 і 2025 даний показник, був нижчим у 1,05 і 1,05 рази відповідно.

Таблиця 2

Вміст жиру у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської, %

Тип ґрунтів	Роки досліджень					
	2023		2024		2025	
	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень
Сірий лісовий	1,83 1,91 1,77 2,00	1,87 ± 0,10	2,04 1,91 1,84 2,03	1,95 ± 0,09	2,06 2,36 2,13 1,98	2,13 ± 0,16
Чорнозем типовий	1,83 1,71 1,84 1,80	1,79 ± 0,05	1,80 1,77 1,84 1,64	1,76 ± 0,08	1,86 1,94 1,86 1,79	1,84 ± 0,06
Дерново-підзолистий піщаний	1,52 1,63 1,50 1,49	1,53 ± 0,06	1,51 1,40 1,45 1,50	1,46 ± 0,05	1,39 1,43 1,37 1,32	1,36 ± 0,03

Характеризуючи результати досліджень, необхідно відмітити, що найвищим вмістом жиру надземна вегетативна маса мальви пенсільванської характеризувалась за вирощування на сірих лісових грунтах. Так, вміст жиру у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської на сірих лісових грунтах в 2023, 2024 та 2025 році був вищим прівняно з чорноземом типовим відповідно у 1,04, 1,11 та 1,15 рази та з дерново підзолистим піщаним у 1,22, 1,33 і 1,56 рази.

В середньому за роки досліджень (рис. 2) 2023-2025 рр. у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської, вміст жиру виявлено при вирощуванні даної культури на сірих лісових грунтах. Так, вміст жиру у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської вирощеної чрноземах типових і дерново підзолистих піщаних був нижчим у 1,1 і 1,36 рази, порівняно з сіримим лісовими грунтами відповідно.

Характеризуючи вміст жиру у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого, вирощеного на сірих лісових ґрунтах, необхідно відмітити (табл. 3), що найвищий показник, який склав 1,95 % спостерігався у 2025 році. У 2024 році він практично не змінився, тоді як у 2023 році виявився нижчим у 1,13 рази. За вирощування сильфію пронизанолистому на чорноземах типових найвищий вміст жиру у вегетативній масі даної культури виявлено у 2024 році, який склав 1,83 %, тоді як у 2023 році і 2025 році даний показник був нижчим у 1,02 рази і 1,05 рази відповідно.

Найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого, вирощеного на дерново підзолистих піщаних грунтах виявлена у 2023 році, яка склала 1,75 %, тоді як у 2024 та 2025 році даний показник був нижчим у 1,03 рази та 1,11 раз відповідно.

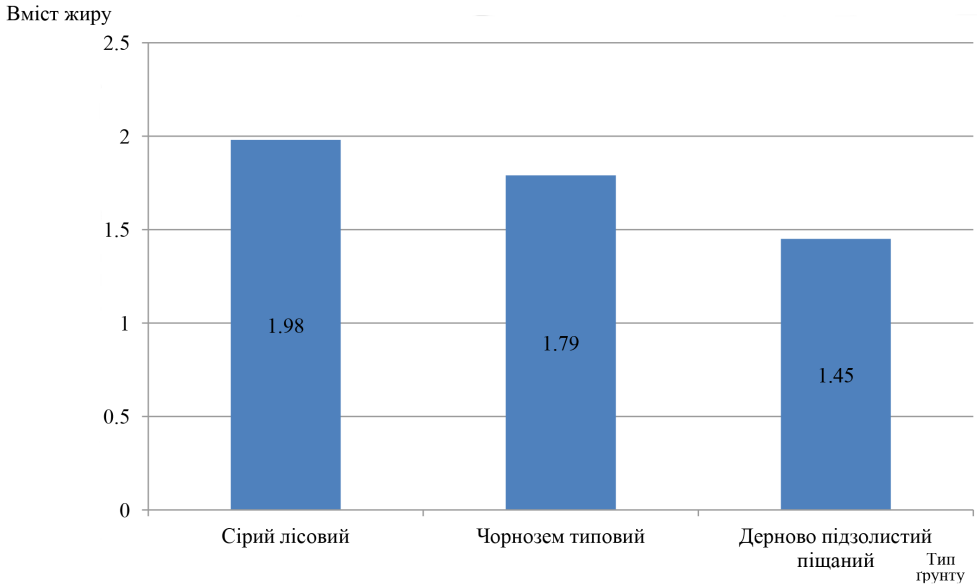


Рис. 2. Вміст жиру у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської, в середньому за 2023–2025 рр., %

В порівняні вмісту жиру у надземній вегетативній масі сильфію пронозанолистого залежно від типу ґрунту в 2023 році суттєвих відмінностей не виявлено. В 2024 році найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого виявлено за вирощування даної культури на сірих лісових грунтах, який склав 1,94 %, тоді, як на чорноземі типовому та дерново підзолистому піщаному даний показник був нижчим у 1,06 рази і 1,24 рази відповідно. В 2025 році вміст жиру у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого вирощеного на сірих лісових грунтах склав 1,95 % тоді, як на чорноземах типових та дерново підзолистих піщаних грунтах даний показник був нижчим у 1,13 рази і 1,24 рази відповідно.

В середньому за 2023–2025 роки вміст жиру у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого (рис. 3), склав на сірих лісових ґрунтах 1,87 %, чорноземах типових 1,78 % та дерново підзолистих 1,67 %. Найвищий вміст жиру в середньому за роки досліджень виявлено у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого вирощеного на сірих лісових грунтах, який склав 1,87 %, тоді, як на чорноземі типовому і дерново підзолистому піщаному даний показник був нижчим у 1,05 раз і 1,11 рази відповідно.

Характеризуючи вміст жиру у вегетативній масі між енергетичними культурами, вирощеними у на різних ґрунтах протягом 2023–2025 років (рис. 4), необхідно відмітити певні відмінності. Так, за вирощування енергетичних культур на сірому лісовому ґрунті найвищий вміст жиру спостерігався у мальви пенсільванської, який складав 1,98 % тоді, як у міскантусу і сильфію пронизанолистого даний показник був нижчий у 1,33 рази і 1,06 рази відповідно.

Найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі енергетичних культур, вирощених на чорноземі типовому виявлено у мальви пенсільванської практично однаковий із мальвою пенсільванською вміст жиру у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого, який був у межах 1,78 %. У вегетативній масі

Таблиця 3

Вміст жиру у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого, %

Тип ґрунтів	Роки досліджень					
	2023		2024		2025	
	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень
Сірий лісовий	1,81 1,77 1,68 1,68	1,72 ± 0,06	2,02 2,07 1,89 1,81	1,94 ± 0,11	1,93 2,02 1,98 1,88	1,95 ± 0,06
Чорнозем типовий	1,92 1,80 1,84 1,63	1,79 ± 0,12	1,81 1,77 1,92 1,84	1,83 ± 0,06	1,72 1,79 1,75 1,69	1,73 ± 0,03
Дерново-підзолистий піщаний	1,73 1,70 1,83 1,77	1,75 ± 0,05	1,71 1,61 1,74 1,70	1,69 ± 0,05	1,55 1,67 1,62 1,47	1,57 ± 0,08

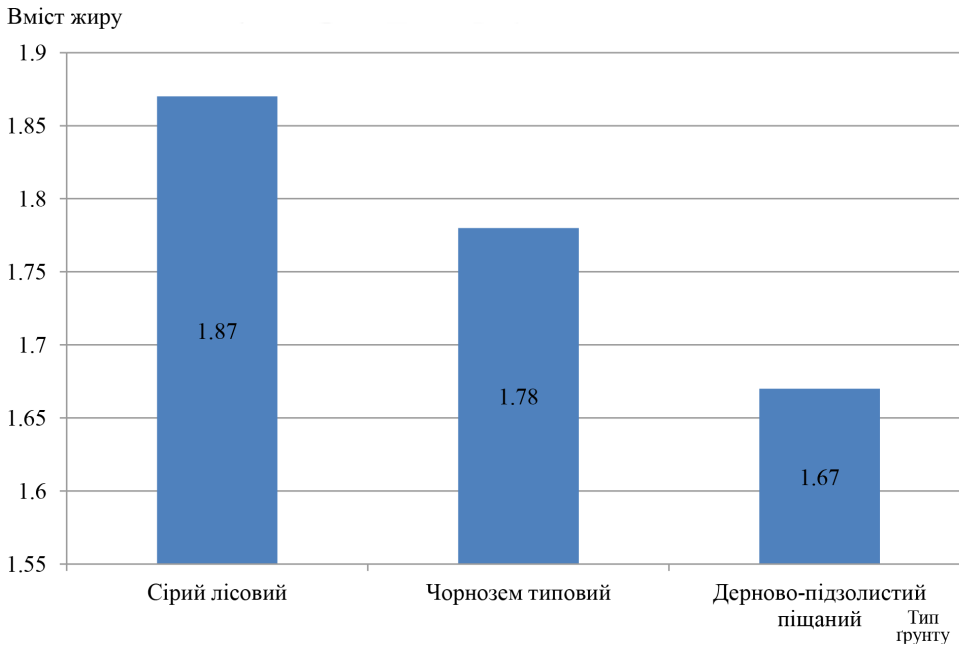


Рис. 3. Вміст жиру у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого, в середньому за 2023–2025 рр., %

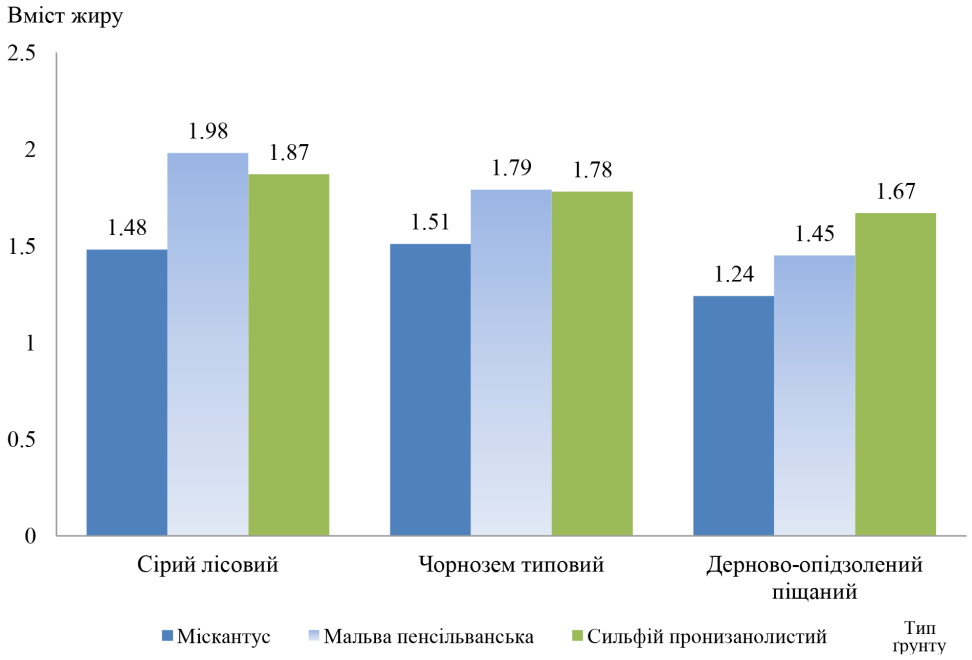


Рис. 4. Порівняльна оцінка вмісту жиру у надземній масі енергетичних культур, %

міскантусу вміст жиру виявився нижчим у 1,85 рази порівняно з мальвою пенсільванською та 1,78 рази порівняно із сильфієм пронизанолистим.

На дерново підзолистих піщаних ґрунтах найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі виявлено у сильфію пронизанолистого. Так, вміст жиру у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого, вирощеного на дерново підзолистих піщаних ґрунтах, який склав 1,67 % був вищим у 1,34 рази і 1,15 рази, порівняно з міскантусом та мальвою пенсільванською.

Висновки і пропозиції. Вміст жиру у надземній вегетативній масі енергетичних культур залежав від ботанічного походження рослин та типу ґрунтів. Вміст жиру у надземній вегетативній масі міскантусу, вирощеного на чорноземах типових був вищим у 1,02 рази порівняно з сірим лісовим та 1,48 рази порівняно з дерново-підзолистим піщаним.

У вегетативній масі мальви пенсільванської та сильфію пронизанолистого виявлено найвищий вміст жиру за вирощування їх на сірих лісових ґрунтах, який переважав в аналогічну сировину, одержану на чорноземах типових та дерново підзолистих піщаних у 1,1 рази і 1,05 рази та 1,36 рази і 1,12 рази відповідно.

У вегетативній масі мальви пенсільванської, вирощеної на сірих лісових ґрунтах вміст жиру був вищим у 1,33 рази за міскантус та 1,06 рази за сильфій пронизанолистий. На чорноземах типових у вирощеній надземній вегетативній масі мальви пенсільванської вміст жиру був вищим порівняно з міскантусом у 1,18 рази, тоді як у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого даний показник суттєво не відрізнявся. На дерново підзолистих піщаних ґрунтах вміст жиру у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого у був вищим порівняно з міскантусом та мальвою пенсільванською у 1,34 рази і 1,15 рази відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я., Ганженко О. М. Фітоенергетичні культури. *Агроном*. 2013. Вип. 3. С. 193.
2. Diachuk O., Chepeliev M., Podolets R., Trypolska G., Venger V., Saprykina T., Yukhymets R. Transition of Ukraine to the renewable energy by 2050 results of modeling of the reference and alternative scenarios for the development of energy sector. Kyiv: Publishing house "Art Book" Ltd, 2017. 88 p.
3. Kaletnik G., Honcharuk I., Okhota Yu. The Waste-Free Production development for the energy autonomy formation of Ukrainian agricultural enterprises. *Journal of environmental management and tourism*. Vol. XI, № 3(43). 2020. P. 513–522. DOI:10.14505/jemt.v11.3(43).02 https://doi.org/10.14505//jemt.v11.3(43).02
4. Dey S., Sreenivasulu A., Veerendra K., Rao V., Babu A. Renewable energy present status and future potentials in India: an overview. *Innovation and Green Development*. 2022. Vol. 1. Art. 100006. URL: www.journals.elsevier.com/innovationand-green-development
5. Роїк М. В., Сінченко В. М., Іващенко О. О. та ін. Міскантус в Україні. Київ : ЦП «Компрінт». 2019. 256 с.
6. Енергетичні культури: сортимент, біологія, екологія, агротехнологія: колективна монографія / М. І. Кулик та ін. Полтава : Астрая, 2023. 220 с.
7. Lohosha R., Palamarchuk V., Krychkovskyi V., Kolisnyk O., Vasyliev O. Specifics of cultivation, productivity, and energy efficiency of miscanthus giganteus for solid biofuel production. *Polityka Energetyczna*. 2025. Vol. 28, Issue 1. P. 99–112. DOI: 10.33223/epj/196384
8. Panchenko K. S., Pospielov S. V. The effect of Malva sylvestris L. plant density on its productivity. *International Scientific Journal Grail of Science*. № 25, 2023. p. 160–162. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.03.2023.025
9. Гелетуха Г. Г., Желєзна Т. А. Біоенергетика в Україні: стан розвитку, бар'єри та шляхи їх подолання. *Біоенергетика*. 2014. No 1. С. 16–19.
10. Квак В. М., Ганженко О. М., Зиков П. Ю., Хіврич О. Б. Визначання площі листкової поверхні в різних видів міскантусу розрахунковим методом. *Новітні технології*. 2017. No 5. URL: http://jna.bio.gov. ua/article/view/122228
11. Шевчук Р. В., Гук Б. В., Шевчук Г. М., Ювчик Н. О. Енергетична і економічна ефективність вирощування сильфії пронизанолистої на тверде біопаливо. *Біоенергетика*. 2015. No 1. С. 28–29.
12. Шевчук Р. В., Ровна Г. Ф., Кір'янчук К. І. Вплив азотних добрив на врожайність сильфії пронизанолистої за вирощування на тверде біопаливо. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. С. 121–123.
13. Franzaring J., Holz I., Kauf Z., Fangmeier A. Responses of the novel bioenergy plant species *Sida hermaphrodita (L.) Rusby* and *Silphium perfoliatum L.* to CO_2 fertilization at different temperatures and water supply. *Biomass and Bioenergy*. 2015. P. 574–583.
14. Schorpp Q., Müller A. L., Schrader S., Dauber J. Agroecological potential of the cup plant (*Silphium perfoliatum L.*) from a biodiversity perspective. *J. für Kulturpflanzen*. 2016. Vol. 68 (12). P. 412–422.
15. Titei V. The evaluation of biomass of the Sida hermaphrodita and Silphium perfoliatum for renewable energy in Moldova. Scientific Papers. 2017. *Vol. LX*. P. 534–540.
16. Titei V. The Perspective of Cultivation and Utilization of the Species *Silphium perfoliatum L.* and *Helianthus tuberosus L.* in Moldova. *Bulletin UASMV*. 2013. Vol. 70 (1). P. 160–166.

Дата першого надходження статті до видання: 30.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 595, 799 (477-924.87)
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.45

БІОТОПІЧНИЙ РОЗПОДІЛ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЇ MEGACHILIDAE (APOIDEA, HYMENOPTERA, INSECTA) ГІРСЬКИХ МАСИВІВ ЧИВЧИНИ ТА ГРИНЯВИ (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Римарук П. В. *– аспірант кафедри біології та екології,*
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
orcid.org/0009-0004-3082-6206
Сіренко А. Г. *– к.б.н.,*
доцент кафедри біології та екології,
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
orcid.org/0000-003-2253-0937

Проведено дослідження фауни та екології бджолиних родини Megachilidae (Apoidea, Hymenoptera, Insecta) гірських масивів Чивчини та Гриняви. Дослідження проводились в 2002–2025 роках в Національному природному парку «Верховинський» та на прилеглих територіях. В умовах глобальної зміни клімату та зростаючого антропогенного тиску на екосистеми (особливо гірські) актуальним є дослідження видового складу, біорізноманіття та біотопічного розподілу різних груп тварин, особливо екологічно чутливих до забруднення середовища, до яких належить родина Megachilidae (Apoidea, Hymenoptera, Insecta). Це дозволяє в тому числі здійснити оцінку стану середовища, в тому числі монтанних екосистем. Виявлено 39 видів Megachilidae, досліджено біотопічний розподіл виявлених видів, висотний градієнт, харчову спеціалізацію, способи будови гнізда, здійснено ареологічний аналіз виявлених видів. Виявлено висотний градієнт розподілу видових комплексів Megachilidae в умовах гірських масивів Чивчини та Гриняви – простежується висока негативна кореляція, з висотою видове багатство зменшується (ρ = – 0,817). Найбільш багатий видами Megachilidae виявився екотон гірських прирічкових лук (31 виявлений вид), найбідніший видами виявився екотон ялинового пралісу (7 виявлених видів). 35 виявлених видів Megachilidae ведуть одиночний спосіб життя, 4 виявлених види Megachilidae є клептопаразитами інших видів Megachilidae. З 35 виявлених вільноживучих видів 4 види використовують для облаштування гнізда рослинні волокна, 3 види смолу, 6 видів глину, 24 види пережоване листя, 1 вид камінці. З 39 виявлених видів 14 мають різні типи палеарктичного ареалу, 14 видів різні типи євразійського ареалу, 5 видів різного типу європейських ареалів, 5 видів різного типу голарктичні ареали і 1 вид космополітичний ареал.

Ключові слова: *Megachilidae, Apoidea, Hymenoptera, Insecta, фауна, екологія.*

Rymaruk P. V., Sirenko A. G. Biotopic distribution and ecological features of Megachilidae (Apoidea, Hymenoptera, Insecta) of the Chyvchyny and Hrynyavy mountain ranges (Ukrainian Carpathians)

A study of the fauna and ecology of the bee family Megachilidae (Apoidea, Hymenoptera, Insecta) of the Chyvchyny and Hrynyavy mountain ranges was conducted. The studies were conducted in 2002–2025 in the Verkhovynsky National Nature Park and in the adjacent territories. In the context of global climate change and increasing anthropogenic pressure on ecosystems (especially mountain ones), it is relevant to study the species composition, biodiversity, and biotope distribution of various groups of animals, especially ecologically sensitive to environmental pollution, to which the Megachilidae family (Apoidea, Hymenoptera, Insecta) belongs. This allows, among other things, to assess the state of the environment, including montane ecosystems. 39 species of Megachilidae were identified, the biotope distribution of the identified species, altitudinal gradient, food specialization, nest building methods were investigated,

© Римарук П. В., Сіренко А. Г., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

and an areological analysis of the identified species was carried out. An altitudinal gradient in the distribution of Megachilidae species complexes in the conditions of the Chyvchyny and Hrynyavy mountain ranges was detected – a high negative correlation is observed, with species richness decreasing with altitude (ρ = –0.817). The ecotone of mountain river meadows was the richest in Megachilidae species (31 species detected), the ecotone of the spruce virgin forest was the poorest in species (7 species detected). 35 identified Megachilidae species lead a solitary lifestyle, 4 identified Megachilidae species are kleptoparasites of other Megachilidae species. Of the 35 identified free-living species, 4 species use plant fibers for nest construction, 3 species use resin, 6 species use clay, 24 species use chewed leaves, and 1 species uses pebbles. Of the 39 identified species, 14 have different types of Palearctic range, 14 species have different types of Eurasian range, 5 species have different types of European ranges, 5 species have different types of Holarctic ranges and 1 species has a cosmopolitan range.

Key words: *Megachilidae, Apoidea, Hymenoptera, Insecta, fauna, ecology.*

Вступ. В умовах глобальної зміни клімату та зростаючого антропогенного тиску на екосистеми (особливо гірські) актуальним є дослідження видового складу, біорізноманіття та біотопічного розподілу різних груп тварин, особливо екологічно чутливих до забруднення середовища, до яких належить родина Megachilidae (Apoidea, Hymenoptera, Insecta). Це дозволяє в тому числі здійснити оцінку стану середовища, в тому числі монтанних екосистем.

Метою цих досліджень було дослідити особливості екології та біотопічного розподілу видів Megachilidae в умовах гірських масивів Чивчини та Гриняви (Українські Карпати), в тому числі на території Національного природного парку «Верховинський». Цій меті були підпорядковані завдання: дослідити видовий склад Megachilidae Чивчин та Гриняв, дослідити біотопічний розподіл Megachilidae Чивчин та Гриняв, дослідити висотний градієнт розподілу видів Megachilidae в умовах Чивчин та Гриняв, дослідити харчову спеціалізацію та здійснити ареологічний аналіз виявлених видів Megachilidae Чивчин та Гриняв.

Megachilidae (Apoidea, Hymenoptera, Insecta) – родина бджолиних, до якої належать бджоли, що ведуть поодинокий спосіб життя і до якої входять групи бджолиних, яких ще називають бджоли-листорізи, бджоли-каменярі, вовняні бджоли, смоляні бджоли. Ці назви походять від способу будівництва гнізд цими бджолами, відповідно, з камінців та піщинок (склеюючи їх слиною), з листя рослин, які вони вирізають щелепами, з трихом опущених рослин чи смоли різних дерев. Багато видів з цієї родини використовують для гнізд готові природні порожнини в каміннях, в скелях чи в рослинах, що утворені різними видами комах, зокрема жуків, природні порожнини в стеблах різних рослин чи мушлі молюсків, для довершення будівництва гнізда використовують глину, шерсть тварин, рослинні волокна. Серед видів родини Megachilidae є клептопаразити – види бджіл-зозуль, що відкладають кладки яєць в гнізда інших бджіл родини Megachilidae. Всі бджоли родини Megachilidae харчуються пилком та нектаром рослин, мають різну харчову спеціалізацію що конкретних груп чи навіть видів рослин. Родина Megachilidae багата видами – у світовій фауні відомо більше 4000 видів Megachilidae. В Україні відомо більше 200 видів Megachilidae [1, с. 016; 2, с. 814].

У цій статті наведено результати досліджень фауни та екології Megachilidae гірських масивів Чивчини та Гриняви. Дослідження здійснювались в Національному природному парку «Верховинський» та на прилеглих територіях. Ця територія недостатньо досліджена щодо фауни та екології Megachilidae із-за знелюднення, руйнування шляхів сполучення та прикордонного режиму місцевості. На території дослідження є низка пралісових екосистем та різних біотопів, що мало ушкоджені діяльністю людини, містить різноманітні екосистеми

та ізольовані екотони, з багатою ендемічною флорою, що сприяє біорізноманіттю Megachilidae.

Історія дослідження фауни та екології Megachilidae Українських Карпат має свою довгу історію, що починається роботами Wierzejski, A. (1867) [3, с. 255; 4, с. 360], Mocsary A. (1900) [5, с. 89], 6. Schmiedeknecht O. (1930) [6, 920] і завершується роботами Бокотей, О. М. (2003, 2005) [7, с. 12; 8, с. 86] в яких вказується для Українських Карпат 55 видів Megachilidae. Проте територія гірських масивів Чивчини та Гриняви досі лишається дослідженою недостатньо.

Матеріали і методи. Досліджувались колекції зібрані в районі дослідження в 2002–2025 роках різними колекторами, переважно авторами статті. Збори проводились щороку протягом теплого сезону в наступних біотопах та екотонах:

A – вологі прирічкові гірські луки.

B – буковий ліс.

C – ялиновий праліс.

D – узлісся ялинового лісу.

E – сухі луки на гірських схилах.

F – криволісся сосни гірської (Pinus mugo).

G – субальпійські луки.

Збір проводився на квітах кормових покритонасінних рослин, визначення видів здійснювалось класичними методами з врахуванням сучасної класифікації та сучасних назв видів, що наведені в [9, с. 158; 10, с. 80; 11, с. 263; 12, с. 71; 13, с. 185; 14, с. 187, 15, с. 3].

Результати та обговорення. У результаті проведених досліджень на території гірських масивів Чивчини та Гриняви у різних біотопах та екотонах виявлено 39 видів Megachilidae з них 1 вид новий для фауни Українських Карпат. Нижче вказано список виявлених видів, кількість досліджених екземплярів, біотоп/екотон, де було виявлено той чи інший вид, стать досліджених екземплярів, рослини на яких було відловлено види та особливості будови гнізд виявлених видів. Всього було досліджено 168 екземплярів комах.

1. *Anthidium manicatum* (Linnaeus, 1758) – 1 екземпляр, ♂, на сухих луках гірських схилів, на Asteraceae, вид з транспалеарктичним полізональним ареалом, випадково завезений до Північної та Південної Америки, Нової Зеландії. Гніздо виготовляє з трихом опушення рослин.

2. *Anthidium florentinum* (Fabricius, 1775) – 2 екземпляри, ♀♂, прирічкові гірські луки, на Asteraceae, вид із західноєвразійським полізональним ареалом, гнізда будують з рослинних волокон.

3. *Anthidium oblongatum* (Illiger, 1806) – 2 екземпляри, ♀♂, прирічкові гірські луки, сухі луки на гірських схилах, на Asteraceae. Вид з європейсько-сибірським полізональним ареалом. Випадково завезений до Північної Америки. Гнізда будують з рослинних волокон.

4. *Anthidium septemspinosum* Lepeletier, 1841 – 3 екземпляри, ♀♀♂, прирічкові гірські луки, на Asteraceae, на Apiaceae, вид з євразійським полізональним ареалом. Гнізда будують з рослинного пуху в порожнинах скель чи дерев.

5. *Anthidium strigatum* (Panzer, 1805) – 4 екземпляри, ♀♀♂♂, прирічкові гірські луки, буковий ліс, на Asteraceae, на Apiaceae, на Rubus, вид з палеарктичним азіодиз'юнктивним полізональним ареалом. Гнізда будує зі смоли дерев на гілках.

6. *Chalicodoma ericetorum* (Lepeletier, 1841) – 2 екземпляри, ♂♂, прирічкові гірські луки, субальпійські луки, на Apiaceae, на Rubus, на конюшині, вид

з європейсько-іранським полізональним ареалом. Гнізда будують в існуючих порожнинах рослин та скель використовуючи глину та розжоване листя рослин.

7. *Chelostoma distinctum* (Stoeckhert, 1929) – 3 екземпляри, ♀♀♂, прирічкові луки, ялиновий ліс, криволісся сосни гірської, на Campanula, вид з європейсько-малоазійським полізональним ареалом. Гнізда будує в порожнинах рослин з використанням розжованого листя.

8. *Chelostoma florisomne* (Linnaeus, 1758) – 5 екземплярів, ♀♀♂♂, прирічкові гірські луки, на Ranunculaceae, вид з європейським полізональним ареалом. Гнізда будує в готових порожнинах мертвої деревини з використанням розжованого листя.

9. *Chelostoma rapunculi* (Lepeletier, 1841) – 7 екземплярів, ♀♀♂♂, прирічкові луки, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, галявини ялинового лісу, на Campanula, на Apiaceae, вид з голарктичним полізональним ареалом. Гнізда будує в готових порожнинах рослин з використанням глини.

10. *Coelioxys aurolimbata* Förster, 1853 – 2 екземпляри, ♀♀, прирічкові луки, на Apiaceae, вид із західнопалеарктичним полізональним ареалом. Клептопаразит бджіл з роду Megachile.

11. *Coelioxys inermis* (Kirby, 1802) – 2 екземпляри, ♀♀, прирічкові луки, сухі луки на гірських схилах, на конюшині, на вид з євразійським азіодиз'юнктивним полізональним ареалом. Клептопаразит бджіл з роду Megachile.

12. *Heriades crenulata* Nylander, 1856 – 2 екземпляри, ♀♂, ялиновий ліс, криволісся сосни альпійської, на Asteraceae, вид із західнопалеарктичним полізональним ареалом. Випадково завезений в Південну Африку. Гнізда роблять в готових порожнинах рослин з використанням глини та смоли.

13. *Heriades trunctorum* (Linnaeus, 1758) – 3 екземпляри, ♀♂♂, криволісся сосни альпійської, субальпійські луки, на Asteraceae з роду Tanacetum. Вид із західнопалеарктичним полізональним ареалом. Гнізда будує в існуючих порожнинах рослин з використанням смоли.

14. *Hoplitis adunca* (Panzer, 1798) – 3 екземпляри, ♀♀♂, гірські прирічкові луки, на рослинах роду Echium. Вид із західнопалеарктичним полізональним ареалом. Гнізда будує в існуючих порожнинах рослин з використанням пережованого листя та глини.

15. *Hoplitis anthocopoides* (Schenck, 1853) – 4 екземпляри, ♀♀♂, гірські прирічкові луки, сухі луки на гірських схилах, на рослинах роду Echium, на Apiaceae, вид з голарктичним азіодиз'юнктивним полізональним ареалом. Гнізда будують з маленьких камінців склеюючи їх слиною.

16. *Hoplitis leucomelana* (Kirby, 1802) – 5 екземплярів, ♀♀♂, гірські прирічкові луки, сухі луки на гірських схилах, субальпійські луки, вид з євразійським полізональним ареалом. Гнізда будують в готових порожнинах стебел рослин (малина, ожина) з використанням пережованого листя.

17. *Hoplitis mitis* (Nylander, 1856) – 6 екземплярів, ♀♀♂♂, гірські прирічкові луки, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, на Campanulaceae, на Asteraceae, на Lamiaceae. Вид з європейсько-сибірським полізональним ареалом. Гнізда роблять в готових порожнинах рослин з використанням пережованого листя.

18. *Megachile alpicola* Alfcen, 1924 – 3 екземплярів, ♀♀♂, субальпійські луки, криволісся сосни гірської, на Asteraceae. Вид з європейським бореально-монтанним ареалом. Гнізда роблять в порожнинах рослин з використанням пережованого листя.

19. *Megachile argentata* (Fabricius, 1793) – 10 екземплярів, ♀♀♂♂, гірські прирічкові луки, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, ялиновий ліс, узлісся ялинового лісу, криволісся сосни гірської, субальпійські луки, на Asteraceae, на

Fabaceae. Вид з транспалеарктичним полізональним ареалом. Гнізда роблять в порожнинах рослин з використанням пережованого листя.

20. *Megachile centuncularis* (Linnaeus, 1758) – 9 екземплярів, ♀♀♂♂, гірські прирічкові луки, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, ялиновий ліс, узлісся ялинового лісу, на Asteraceae, Fabaceae, Hypericaceae, малині, ожині. Вид з голарктичним полізональним ареалом. Гнізда роблять в порожнинах рослин з використанням пережованого листя.

21. *Megachile circumcincta* (Kirby, 1802) – 5 екземплярів, ♀♀♂♂, гірські прирічкові луки, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, на Asteraceae, вид з голарктичним азіодиз'юнктивним полізональним ареалом. Гнізда роблять в готових порожнинах рослин з використанням пережованого листя.

22. *Megachile lapponica* Thomson, 1872* – 1 екземпляр, ♀, гірські прирічкові луки, на Chamaenerion angustifolium. Вид з голарктичним азіодиз'юнктивним полізональним ареалом. Гнізда роблять в готових порожнинах мертвої деревини з використанням пережованого листя берези та верби.

23. *Megachile ligniseca* (Kirby, 1802) – 7 екземплярів, ♀♀♂♂, гірські прирічкові луки, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, узлісся ялинового лісу, на Asteraceae. Вид з європейським полізональним ареалом. Гнізда роблять в готових порожнинах мертвої деревини з використанням пережованого листя

24. *Megachile octosignata* Nylander, 1852 – 4 екземпляри, ♀♀♂♂, гірські прирічкові луки, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, криволісся сосни гірської, на Asteraceae. Вид з європейсько-кавказьким полізональним ареалом. Гнізда будує в готових порожнинах скель чи каміння вистилаючи їх пережованим листям.

25. *Megachile rotundata* Fabricius, 1787 – 11 екземплярів, ♀♀♂♂, гірські прирічкові луки, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, ялиновий ліс, узлісся ялинового лісу, криволісся сосни гірської, субальпійські луки, на Asteraceae, на Fabaceae, на Apiaceae. Вид з космополітичним полізональним ареалом. Гнізда будує в готових порожнинах різного походження вистилаючи їх пережованим листям.

26. *Megachile versicolor* Smith, 1844 – 8 екземплярів, ♀♀♂♂, гірські прирічкові луки, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, ялиновий ліс, узлісся ялинового лісу на Asteraceae, на Fabaceae, на Apiaceae. Вид з європейським полізональним ареалом. Гнізда будує в готових порожнинах різного походження вистилаючи їх пережованим листям.

27. *Osmia aurulenta* (Panzer, 1799) – 5 екземплярів, ♀♀♂♂, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, узлісся ялинового лісу на Fabaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Lamiaceae. Вид з європейсько-малоазійським полізональним ареалом. Гнізда будує в покинутих мушлях наземних молюсків вистилаючи їх пережованим листям.

28. *Osmia bicornis* (Linnaeus, 1758) – 12 екземплярів, ♀♀♂♂, гірські прирічкові луки, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, ялиновий ліс, узлісся ялинового лісу, криволісся сосни гірської, субальпійські луки, на Asteraceae. Вид із західнопалеарктичним полізональним ареалом. Гнізда будує в різних готових порожнинах використовуючи глину.

29. *Osmia bidentata* Morawitz, 1876 (= *Anthocopa bidentata* (Morawitz, 1876)) – 4 екземпляри, ♀♀♂, прирічкові гірські луки, галявини ялинового лісу, на Asteraceae, на Apiaceae, на Rubus, вид з європейсько-малоазійсько-ірансько-близькосхідним ареалом. Гнізда будує в порожнинах гілок та стебел рослин, гнізда вистилає пережованим листям.

30. *Osmia caerulescens* (Linné, 1758) – 3 екземпляри, ♀♀♂, прирічкові гірські луки, на Asteraceae, на Apiaceae, на Fabaceae. Вид з західнопалеарктичним

полізональним ареалом. Випадково завезений до Північної Америки та Індії. Гнізда будує в різних готових порожнинах вистилає пережованим листям.

31. *Osmia cornuta* (Latreille, 1801) – 1 екземпляр, ♀, прирічкові гірські луки, на Asteraceae. Вид із західнопалеарктичним полізональним ареалом. Випадково завезений до Північної Америки. Гнізда будує в готових порожнинах рослин, вистилає пережованим листям.

32. *Osmia fulviventris* Panzer, 1798 – 2 екземпляри, ♀♀, сухі луки на гірських схилах, на Asteraceae. Вид з європейським полізональним ареалом. Гнізда будує в готових порожнинах рослин, вистилає пережованим листям.

33. *Osmia leaiana* (Kirby, 1802) – 9 екземплярів, ♀♀♂♂, гірські прирічкові луки, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, узлісся ялинового лісу, на Asteraceae. Вид із західнопалеарктичним полізональним ареалом. Гнізда будує в готових порожнинах рослин, вистилає пережованим листям.

34. *Osmia melanogaster* Spinola, 1808 – 2 екземпляри, ♀♂, гірські прирічкові луки, буковий ліс, на Asteraceae. Вид із західнопалеарктичним полізональним ареалом. Гнізда будує в готових порожнинах рослин, для побудови гнізда використовує пережоване листя та глину.

35. *Osmia rufa* (Linnaeus, 1758) – 4 екземпляри, ♀♂♂, гірські прирічкові луки, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, на Asteraceae. Вид із західнопалеарктичним полізональним ареалом. Гнізда будує в готових порожнинах рослин, для побудови гнізда використовує глину.

36. *Osmia versicolor* Latreille, 1801 – 5 екземплярів, ♀♀♂♂, гірські прирічкові луки, сухі луки на гірських схилах, узлісся ялинового лісу, на Asteraceae. Вид із європейсько-малоазійсько-близькосхідним полізональним ареалом. Гнізда будує в готових порожнинах рослин, для побудови гнізда використовує пережоване листя.

37. *Stelis breviuscula* Nylander, 1848 – 3 екземпляри, ♀♂♂, субальпійські луки, криволісся сосни альпійської, на Asteraceae. Вид з європейсько-кавказьким полізональним ареалом. Клептопаразит бджіл виду *Heriades trunctorum* (Linnaeus, 1758).

38. *Stelis phaeoptera* (Kirby, 1802) – 3 екземпляри, ♀♂♂, прирічкові луки, буковий ліс, сухі луки на гірських схилах, на Asteraceae. Вид із західнопалеарктичним полізональним ареалом. Клептопаразит видів *Osmia leaiana* (Kirby, 1802) та *Osmia aurulenta* (Panzer, 1799).

39. *Trachusa byssina* (Panzer, 1798) – 1 екземпляр, ♀, прирічкові луки, на Asteraceae. Вид з європейсько-кавказсько-сибірським полізонаним ареалом. Гнізда будують в землі або в готових порожнинах різного походження з використанням смоли та пережованого листя.

Біотопічний розподіл виявлених видів представлений в табл. 1 та на рис. 1. Найбільш багатий видами Megachilidae виявився екотон гірських прирічкових лук (31 виявлений вид), найбідніший видами виявився екотон ялинового пралісу (7 виявлених видів).

Виявлено висотний градієнт розподілу видових комплексів Megachilidae в умовах гірських масивів Чивчини та Гриняви – простежується висока негативна кореляція, з висотою видове багатство зменшується ($\rho = -0.817$), що пояснюється в першу чергу температурним та вітровими факторома середовища (табл. 2, рис. 2). Проте кореляція носить насправді нелінійний характер, що пояснюється нелінійним характером розподілу флористичних комплексів і кормових рослин для антофільних комах, якими є Megachilidae: в ялинових пралісах фіторізноманіття

Таблиця 1

Біотопічний розподіл виявлених видів Megachilidae (Apoidea, Hymenoptera, Insecta) в умовах гірських масивів Чивчини та Гриняви

N	Вид	Біотопи/екотони						
		A	B	C	D	E	F	G
1.	*Anthidium manicatum* (Linnaeus, 1758)					+		
2.	*Anthidium florentinum* (Fabricius, 1775)	+						
3.	*Anthidium oblongatum* (Illiger, 1806)	+				+		
4.	*Anthidium septemspinosum* Lepeletier, 1841	+						
5.	*Anthidium strigatum* (Panzer, 1805)		+					
6.	*Chalicodoma ericetorum* (Lepeletier, 1841)	+						+
7.	*Chelostoma distinctum* (Stoeckhert, 1929)	+		+			+	
8.	*Chelostoma florisomne* (Linnaeus, 1758)	+						
9.	*Chelostoma rapunculi* (Lepeletier, 1841)	+	+		+	+		
10.	*Coelioxys aurolimbata* Förster, 1853	+						
11.	*Coelioxys inermis* (Kirby, 1802)	+				+		
12.	*Heriades crenulata* Nylander, 1856			+			+	
13.	*Heriades trunctorum* (Linnaeus, 1758)						+	+
14.	*Hoplitis adunca* (Panzer, 1798)	+						
15.	*Hoplitis anthocopoides* (Schenck, 1853)	+				+		
16.	*Hoplitis leucomelana* (Kirby, 1802)	+				+		+
17.	*Hoplitis mitis* (Nylander, 1856)	+	+			+		
18.	*Megachile alpicola* Alfcen, 1924						+	+
19.	*Megachile argentata* (Fabricius, 1793)	+	+	+	+	+	+	+
20.	*Megachile centuncularis* (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+		
21.	*Megachile circumcincta* (Kirby, 1802)	+	+			+		
22.	*Megachile lapponica* Thomson, 1872	+						
23.	*Megachile ligniseca* (Kirby, 1802)	+	+		+	+		
24.	*Megachile octosignata* Nylander, 1852	+	+			+	+	
25.	*Megachile rotundata* Fabricius, 1787	+	+	+	+	+	+	+
26.	*Megachile versicolor* Smith, 1844	+	+	+	+	+		
27.	*Osmia aurulenta* (Panzer, 1799)		+		+	+		
28.	*Osmia bicornis* (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+
29.	*Osmia bidentata* Morawitz, 1876	+			+			
30.	*Osmia caerulescens* (Linné, 1758)	+						
31.	*Osmia cornuta* (Latreille, 1801)	+						
32.	*Osmia fulviventris* Panzer, 1798					+		
33.	*Osmia leaiana* (Kirby, 1802)	+	+		+	+		
34.	*Osmia melanogaster* Spinola, 1808	+	+					
35.	*Osmia rufa* (Linnaeus, 1758)	+	+			+		
36.	*Osmia versicolor* Latreille, 1801	+			+	+		
37.	*Stelis breviuscula* Nylander, 1848						+	+
38.	*Stelis phaeoptera* (Kirby, 1802)	+	+			+		
39.	*Trachusa byssina* (Panzer, 1798)	+						
Кількість виявлених видів		31	16	7	11	21	9	8

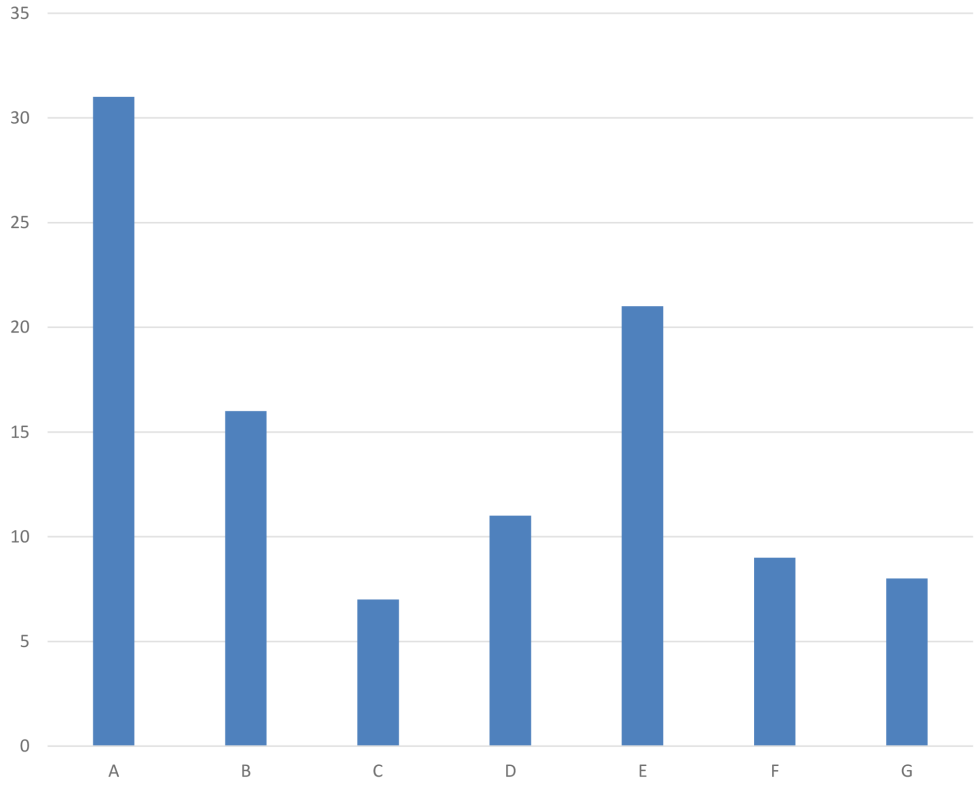


Рис. 1. Видове багатство досліджених екотонів та біотопів гірських масивів Чивчини та Гриняви по видовим комплексам Megachilidae. Позначення біотопів/екотонів як в розділі «Матеріали і методи»

різко зменшується в порівнянні з нижче розташованими і вище розташованими біотопами та екотонами (рис. 3).

Таблиця 2

Висотний градієнт розподілу видового багатства Megachilidae в умовах гірських масивів Чивчини та Гриняви

№	Біотоп/екотон	Середня висота над рівнем моря (м)	Кількість виявлених видів
1.	A	969	31
2.	E	1079	21
3.	B	1100	16
4.	C	1250	7
5.	D	1270	11
6.	F	1350	9
7.	G	1483	8
ρ	–0,817		

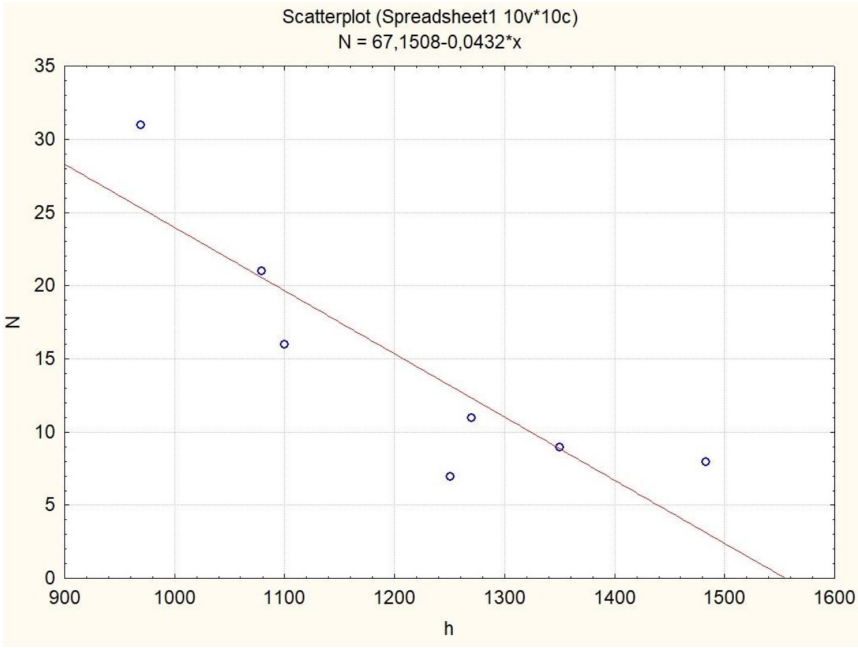


Рис. 2. Лінійна кореляція між середньою висотою відлову комах в рамках біотопу (h) і видовим багатством Megachilidae (N) в умовах гірських масивів Чивчини та Гриняви (ρ = – 0,817)

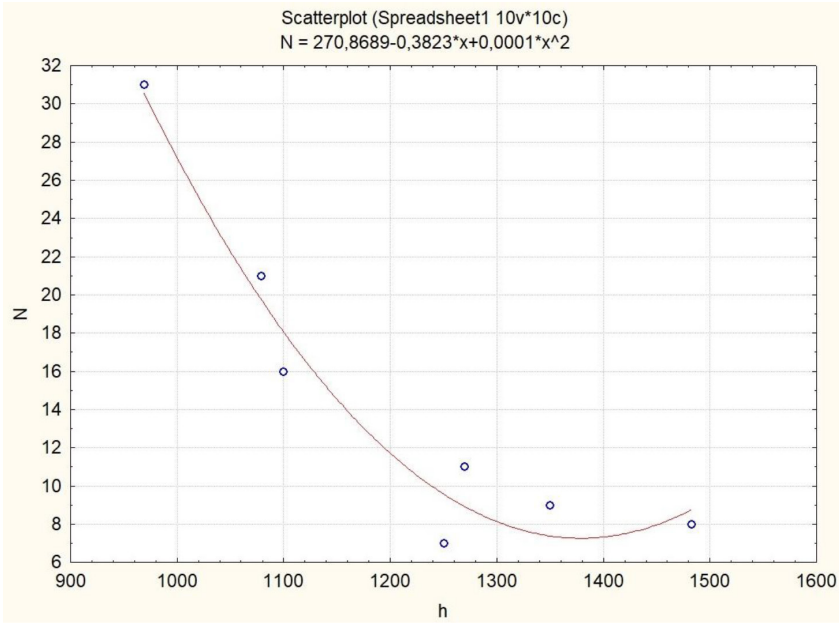


Рис. 3. Нелінійна (поліноміальна) кореляція між середньою висотою відлову комах в рамках біотопу (h) і видовим багатством Megachilidae (N) в умовах гірських масивів Чивчини та Гриняви

Висновки.

1. На території гірських масивів Чивчини та Гриняви у 2002 – 2025 роках виявлено 39 видів бджолиних родини Megachilidae.

2. 35 виявлених видів ведуть одиночний спосіб життя, 4 виявлених види є клептопаразитами інших видів Megachilidae.

3. З 35 виявлених вільноживучих видів 4 види використовують для облаштування гнізда рослинні волокна, 3 види смолу, 6 видів глину, 24 види пережоване листя, 1 вид камінці.

4. З 39 виявлених видів 14 мають різні типи палеарктичного ареалу, 14 видів різні типи євразійського ареалу, 5 видів різного типу європейських ареалів, 5 видів різного типу голарктичні ареали і 1 вид космополітичний ареал.

5. Виявлено висотний градієнт розподілу видових комплексів Megachilidae в умовах гірських масивів Чивчини та Гриняви – простежується висока негативна кореляція, з висотою видове багатство зменшується ($\rho = -0{,}817$).

6. Найбільш багатий видами Megachilidae виявився екотон гірських прирічкових лук (31 виявлений вид), найбідніший видами виявився екотон ялинового пралісу (7 виявлених видів).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Marchiori C. Bees of the Megachilidae family (Insecta: Hymenoptera). *World Journal of Biological and Pharmaceutical Research*. 2023. № 04 (02). С. 014–040. DOI: 10.53346/wjbpr.2023.4.2.0054

2. Michener C. The Bees of the World. *Johns Hopkins University Press*. 2000. 913 с. ISBN-13: 978-0-8018-8573-0.

3. Wierzejski A. Przyczynek do fauny owadow blonkoskrzydlych. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej. Towarzystwo Naukowe Krakowskie*. 1867. № 7. С. 253–273.

4. Wierzejski A. Dodatek do fauny blonkowek (Hymenoptera). *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej. Polska Akademia Umiejętności*. 1874. № 8. С. 358–379.

5. Mocsary A. Fauna Regni Hungariae. Ordo Hymenoptera. 1900. С. 87–106.

6. Schmiedeknecht O. (1930) Die Hymenopteren Nord und Mitteleuropas. *Jena*. 1930. № 1–9. С. 712–1025.

7. Бокотей О. М. Особливості екології диких бджолиних (Hymenoptera, Apoidea) Українських Карпат. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата біологічних наук. 03.00.16. Київ, 2005. 15.

8. Бокотей О. М. Дикі бджолині родини Colletidae (Hymenoptera, Apoidea) Українських Карпат. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. 2002. № 17. С. 89–92.

9. Aguado O., Hernández-Castellano C., Bassols E., et al. Megachile (Callomegachile) sculpturalis Smith, 1853 (Apoidea: Megachilidae): A new exotic species in the Iberian Peninsula, and some notes about its biology. *Butlletí de LaInstitució Catalana D'Història Natural*. 2018. № 82. С. 157–162. ISSN 2013-3987.

10. Dubaic J., Lanner J. Megachile sculpturalis (Hymenoptera: Megachilidae): A Valuable Study Organism for Invasive Pollinators and the Role of Beekeepers in Ongoing Monitoring Programs. *Bee World*. 2021. № 98 (3). С. 78–82. doi.org/10.1080/0005772X.2021.1940580

11. Gonzalez V., Griswold T., Praz C., et al. Phylogeny of the bee family Megachilidae (Hymenoptera: Apoidea) based on adult morphology. *Systematic entomology*. 2012. № 37 (2). С. 261–268. doi: 10.1111/j.1365-3113.2012.00620

12. Hinojosa-Diaz I., Yanez-Ordonez O., Chen G., et al. The North American invasion of the Giant Resin Bee (Hymenoptera: Megachilidae). *Journal of Hymenoptera Research*. 2005. № 14(1). С. 69–77.

13. Litman J., Griswold T., Danforth B. Phylogenetic systematics and a revised generic classification of anthidiine bees (Hymenoptera: Megachilidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2016. № 100. С. 183–198. doi: 10.1016/j.ympev.2016.03.018

14. Praz C., Müller A., Danforth B., et al. Phylogeny and biogeography of bees of the tribe Osmiini (Hymenoptera: Megachilidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2008. № 49 (1). С. 185–197. doi: 10.1016 /j.ympev.2008.07.005

15. Raina R., Pathak P., Kumar K., et al. The family Megachilidae (Hymenoptera: Apoidea) in pollination ecology – a Review. *Indian Journal of Entomology*. 2023. № 23551. С. 1–7. doi: 10.55446/IJE.2023.551

Дата першого надходження статті до видання: 12.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 13.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 636.084/087.7:636.2:546.36/4
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.46

НАКОПИЧЕННЯ ^{137}Cs І ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ПРОДУКЦІЇ БУГАЙЦІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПРЕМІКСУ В РАЦІОНАХ

Савчук І. М. *– д.с.-г.н., с.н.с.,*
заступник директора з наукової роботи,
Інститут сільського господарства Полісся Національної академії аграрних наук
orcid.org/0000-0002-2182-8857
Ковальова С. П. *– к.с.-г.н., ст. дослідник,*
докторант кафедри екології та природоохоронних технологій,
Державний університет «Житомирська Політехніка»
orcid.org/0000-0003-1858-625X

Стаття присвячена дослідженню впливу мінерально-вітамінного живлення бугайців за їх утримання і вирощування у ІІІ зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС на екологічну якість продукції − найдовшого м'язу спини та печінки. За методом збалансованих груп сформовано 2 групи молодняку великої рогатої худоби: І група (контрольна) – отримувала корми основного раціону без премікса; ІІ група (дослідна) – згодовували такі ж самі корми з введенням до складу зерносуміші 1 % премікса «Стандарт Біомікс». До складу премікса входять вітаміни (А, $Д_3$, Е, $В_1$, $В_2$, $В_3$, $В_5$, $В_6$), біотин, холін хлорид, макроелементи (Ca, P, Mg), мікроелементи (Fe, Zn, Cu, Mn, Co, I, Se) та антиоксидант. Лабораторні дослідження кормів, м'язової тканини і печінки на вміст ^{137}Cs, Pb, Cd проводили у лабораторії агрохімічних досліджень, екологічної безпеки земель та якості продукції Інституту сільського господарства Полісся НААН. Питому активність ^{137}Cs у кормах і продукції визначали на гамма-радіометрі СЕГ-0,5. Проби рослинного та тваринного походження для визначення в них вмісту важких металів здійснено атомно-абсорбційним методом згідно ДСТУ 7670:2014, аналіз – на атомно-абсорбційному спектрофотометрі «Квант – 2А». Коефіцієнти переходу ^{137}Cs і важких металів у ланцюгу «раціон – продукція (м'язова тканина і печінка)» визначали за формулою: КП = Ввмп./Ввмр. × 100, де КП – коефіцієнт переходу; Ввмп – вміст ^{137}Cs і важких металів у продукції тварин, Бк/кг, мг/кг; Ввмр – вміст ^{137}Cs і важких металів у добовому раціоні, Бк, мг.

Питома активність ^{137}Cs в найдовшому м'язі спини та печінці тварин коливалася по групах у межах 37,2–40,6 Бк/кг та 34,2–36,0 Бк/кг відповідно і не перевищувала допустимих рівнів (ДР-2006 = 200 Бк/кг). За використання премікса у раціонах бугайців ІІ групи відносно І групи питома активність ^{137}Cs і коефіцієнт переходу радіонукліду в м'язову тканину знижуються на 8,4 % і 0,21 % абс. відповідно. Концентрація Pb у найдовшому м'язі спини (І група) та печінці молодняку обох груп виявилася більшою за ГДК у 1,43 рази та 1,55–1,67 рази. Оптимізація мінерально-вітамінного живлення бугайців сприяє значно меншому вмісту і переходу важких металів у м'язову тканину: Pb – на 85,3 % і 3,54 % абс., Cd – на 43,6 % і 7,58 % абс. відповідно.

Ключові слова: *бугайці, корми, премікс, живлення, цезій-137, важкі метали, коефіцієнт переходу.*

Savchuk I. M., Kovalova S. P. Accumulation of ^{137}Cs and heavy metals in the products of young bulls due to use of premix in the diets

The article is devoted to the study of the influence of mineral and vitamin nutrition of bulls during their maintenance and cultivation in the III zone of radioactive contamination due to the Chernobyl accident on the ecological quality of products – the longest back muscle and liver. According to the balanced groups method, 2 groups of young cattle were formed: Group

© Савчук І. М., Ковальова С. П., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

I (control) – received basic ration feed without premix; Group II (experimental) – fed the same feed with the introduction of 1 % of the "Standard Biomix" premix into the grain mixture. The premix includes vitamins (A, D_3, E, B_1, B_2, B_3, B_5, B_6), biotin, choline chloride, macroelements (Ca, P, Mg), microelements (Fe, Zn, Cu, Mn, Co, I, Se) and an antioxidant. Laboratory studies of feed, muscle tissue and liver for the content of ^{137}Cs, Pb, Cd were carried out in the laboratory of agrochemical research, environmental safety of lands and product quality of the Institute of Agriculture of Polissya NAAS. The specific activity of ^{137}Cs in feed and products was determined on a gamma radiometer SEG-0.5. Samples of plant and animal origin were analyzed for the content of heavy metals by the atomic absorption method according to DSTU 7670:2014, analysis was performed on an atomic absorption spectrophotometer "Kvant-2A". The transfer coefficients of ^{137}Cs and heavy metals in the chain "diet – products (muscle tissue and liver)" were determined by the formula: KP = Vvmp./Vvmr. × 100, where KP is the transfer coefficient; Vvmp is the content of ^{137}Cs and heavy metals in animal products, Bq/kg, mg/kg; Vvmr – content of ^{137}Cs and heavy metals in the daily diet, Bq, mg.

The specific activity of ^{137}Cs in the longest dorsal muscle and liver of animals varied across groups within the range of 37.2–40.6 Bq/kg and 34.2–36.0 Bq/kg, respectively, and did not exceed permissible levels (PL-2006 = 200 Bq/kg). When using the premix in the diets of bulls of group II relative to group I, the specific activity of ^{137}Cs and the coefficient of radionuclide transfer into muscle tissue decrease by 8.4 % and 0.21 % abs., respectively. The concentration of Pb in the longest muscle of the back (group I) and the liver of young animals of both groups was found to be 1.43 times and 1.55–1.67 times higher than the maximum permissible concentration. Optimization of mineral and vitamin nutrition of bulls contributes to a significantly lower content and transfer of heavy metals into muscle tissue: Pb – by 85.3 % and 3.54 % abs., Cd – by 43.6 % and 7.58 % abs., respectively.

Key words: *bulls, feed, premix, nutrition, cesium-137, heavy metals, transfer coefficient.*

Постановка проблеми. Аналіз екологічної ситуації в Україні свідчить про те, що забруднення довкілля шкідливими речовинами за останні десятиліття збільшилося у кілька разів і за прогнозами – продовжуватиме зростати [1, с. 12; 2, с. 46]. Результати обстеження організму здорових тварин на хімічно та радіоактивно забруднених територіях показали накопичення в їх організмі значних рівнів хімічних елементів: у 5–10 разів більше від встановленої норми вмісту цинку, алюмінію, марганцю, міді, кадмію, свинцю та фтору [3, с. 707]. Важкі метали є потенційно небезпечними через їх токсичність, біоакумуляцію та біозбільшення, коли вони знаходяться в живих тканинах і накопичуються більше, ніж виводяться з організму [4, с. 98]. Зниження токсичного впливу радіонуклідів і важких металів на сільськогосподарську сферу, а саме на продукцію рослинництва, продукцію лісового походження та продукцію тваринництва, що виробляється на забруднених землях, є основною задачею суспільства для отримання безпечної сировини та продуктів харчування [5, с. 50].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними вітчизняних авторів [6, с. 176;7, с. 15], у комплексі пропонованих прийомів ведуче місце відводиться біологічно повноцінній годівлі тварин. Оптимізовані раціони годівлі тварин сприяють посиленню метаболічних процесів у організмі, підвищують використання поживних речовин кормів, що значно покращує біологічну повноцінність м'яса за рахунок збільшення вмісту в продукції жиру та білку [8, с. 49; 9, с. 101].

Важливу роль у зменшенні надходження шкідливих речовин до організму сільськогосподарських тварин, а також у підвищенні їхньої стійкості проти іонізуючих випромінювань, відіграють мікроелементи [10, с. 64; 11, с. 4]. Особливо це стосується регіонів Полісся, ґрунти яких, а отже, і корми, бідні не лише на основні макроелементи, а й на більшість біологічно важливих мікроелементів, таких як Йод, Фтор, Цинк, Кобальт, Манган, Купрум, Селен [12, 13]. Збагачення раціону тварин солями вказаних елементів є важливим заходом у системі ведення тваринництва на забруднених радіонуклідами територіях [14, с. 159; 15, с. 27].

У практиці годівлі тварин для покриття дефіциту окремих вітамінів, мінеральних елементів у раціонах використовують різні білково-вітамінно-мінеральні добавки (БВМД) і премікси. Вони створюють необхідні умови для нормального функціонування ферментів і гормонів, підтриманню кислотно-лужної рівноваги і осмотичного тиску на необхідному рівні [16, с. 5; 17, с. 155]. Тому, збагачення зерносумішей і комбікормів премісами, мінерально-вітамінними добавками та іншими біологічно-активними речовинами, може істотно вплинути на підвищення конверсії поживних речовин корму і сприятиме росту продуктивності тварин та зниженню накопичення радіонуклідів і важких металів у продукції тваринництва за її виробництва в зоні радіоактивного забруднення.

Мета досліджень – встановити вміст і перехід ^{137}Cs, Pb і Cd у продукцію бугайців за використання в їх раціонах премікcу.

Матеріал та методика проведення досліджень. Для проведення досліджень використали бугайців української чорно-рябої молочної породи, які утримувались в умовах фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН. Для точності експериментів сформували дві окремі групи тварин, які утримувалися на прив'язі. Формування піддослідних груп здійснювали за методом збалансованих груп згідно з методичними положеннями Ібатулліна І. і Жукорського О. [18, с. 34]. Відбір та порівняння тварин для постановки на дослід тривав 57 діб. Після завершення порівняльного періоду до кожної групи піддослідних бугайців відібрали по 7 тварин із аналогічними показниками. Дослідження проведено у с. Грозине Коростенського району Житомирської області, яке належить до території зі щільністю радіоактивного забруднення до 185 кБк/м^2 (III зона). Тривалість дослідного періоду – 186 діб.

Годівля піддослідних бугайців проводилася дворазово − вранці та ввечері. У тварин упродовж доби був вільний доступ до автоматичних поїлок з водою. Згідно з основною схемою дослідження, під час проведення експерименту, молодняку великої рогатої худоби I (контрольної) групи згодовували корми господарського раціону, до складу якого входили силос кукурудзяний і різнотравний, сіно злакове, зелена маса жита і різнотрав'я, зерносуміш та сіль кухонна. Тваринам II (дослідної) групи до складу зерносуміші додатково вводили 1 % премікcу «Стандарт Біомікс» (табл. 1).

Таблиця 1

Склад зерносумішей для годівлі піддослідних тварин, % за масою

Інгредієнти	Група	
	I – контрольна	II – дослідна
Пшениця	45	44
Люпин	30	30
Жито	15	15
Овес	10	10
Премікс «Стандарт Біомікс»	–	1
Всього	100	100

Оскільки всі види кормів для годівлі обох груп тварин були ідентичними, то визначальним фактором у забезпеченні бугайців відповідним рівнем мінерально-вітамінного живлення був премікс. До його складу входили вітаміни (А, $Д_3$,

Е, B_1–B_{12}), макроелементи (Ca, P, Mg), мікроелементи (Fe, Cu, Zn, Co, J, Se, Mn), біотин та холін хлорид.

Після проведення науково-господарського досліду провели контрольний забій тварин у цеху Овруцького м'ясокомбінату по три голови із кожної групи, жива маса яких відповідала середнім показникам по групах, за технологією, прийнятою на м'ясопереробних підприємствах. Для лабораторних досліджень відібрали зразки найдовшого м'язу спини між 9 і 12 ребрами правих півтуш після 48-годинного охолодження за температурі 4 °С та печінку. Лабораторні дослідження кормів, м'язової тканини і печінки бугайців на вміст ^{137}Cs, Pb, Cd проводили у лабораторії агрохімічних досліджень, екологічної безпеки земель та якості продукції Інституту сільського господарства Полісся НААН.

Питому активність ^{137}Cs у кормах і продуктах забою визначали спетрометричним методом на гамма-спектрометрі СЕГ-0,5. Визначення вмісту важких металів здійснювали атомно-абсорбційним методом на атомно-абсорбційному спектрофотометрі «Квант-2А». Коефіцієнти переходу (КП) ^{137}Cs і важких металів (Pb, Cd) із кормів раціону до продукції тварин розраховували за формулою: КП = Ввмп./Ввмр. × 100, де КП – коефіцієнт переходу; Ввмп – вміст ^{137}Cs і важких металів у продукції тварин, Бк/кг, мг/кг; Ввмр – вміст ^{137}Cs і важких металів у добовому раціоні, Бк, мг [19, с. 44]. Даний коефіцієнт є відносним інтегрованим показником, котрий у % відображає міграцію шкідливих речовин з раціону в продукцію, що дозволяє провести порівняльну оцінку переходу полютантів за використання різних кормових сумішей для годівлі бугайців.

Результати досліджень опрацьовували стандартними методами варіаційної статистики з використанням ПОМ і застосовували комп'ютерні програми статистичної обробки Microsoft Excel. Рівні статистичної значущості (достовірності) у таблицях позначали за використання літерних суперскриптів у такій відповідності: $^{*}P > 0{,}95$; $^{**}P > 0{,}99$; $^{***}P > 0{,}999$ [20].

Результати досліджень. Мінімізація наслідків аварії на Чорнобильській АЕС саме у сільськогосподарській сфері на забруднених радіонуклідами територіях, до якої відноситься виконання радіозахисних заходів у рослинництві й тваринництві, є одним з основним елементів системи радіаційної безпеки [21, с. 70]. Тому одним із пріоритетних завдань сучасної радіоекологічної науки є систематичний контроль забруднення рослинницької і тваринницької продукції токсичними речовинами та вивчення особливостей їх міграції у сільськогосподарських екосистемах.

До організму відгодівельних бугайців з кормами раціонів надходила практично однакова кількість радіоцезію – 1729,8–1735,1 Бк/добу (табл. 2). Питома активність ^{137}Cs в найдовшому м'язі спини і печінці молодняку контрольної та дослідної груп коливалася в незачних межах і становила 37,2–40,6 Бк/кг і 34,2–36,0 Бк/кг відповідно. Слід зазначити, що продукція бугайців обох груп не перевищувала затверджених у Національних гігієнічних нормативних актах України допустимих рівнів (ДР) вмісту радіонуклідів у харчових продуктах (ДР, затверджений у 2006 р. – 200 Бк/кг). Введення до складу зерносуміші премікса в кількості 1 % (за масою) забезпечило зниження вмісту ^{137}Cs у м'язовій тканині і печінці тварин II групи відносно I групи на 8,4 % і 5,0 % за недостовірної міжгрупової різниці ($P < 0{,}95$).

Коефіцієнти переходу ^{137}Cs у найдовший м'яз спини та печінку піддослідних бугайців були невисокими і становили 2,14–2,35 % та 1,97–2,08 % відповідно (рис. 1). Тим не менш, використання в кормових раціонах молодняку ВРХ премікса «Стандарт Біомікс» зумовило зниження коефіцієнтів переходу радіонукліду в м'язову тканину на 0,21 % абс., у печінку – на 0,11 % абс.

Таблиця 2

Питома активність ^{137}Cs у раціонах і продукції бугайців

Група	Вміст ^{137}Cs			
	середньодобовий раціон, Бк/добу	продукція, Бк/кг	± до контрольної групи	
			Бк/кг	%
Найдовший м'яз спини				
I – контрольна	1729,8	40,6 ± 2,5	–	–
II – дослідна	1735,1	37,2 ± 2,0	–3,4	–8,4
Печінка				
I – контрольна	1729,8	36,0 ± 2,4	–	–
II – дослідна	1735,1	34,2 ± 1,3	–1,8	–5,0

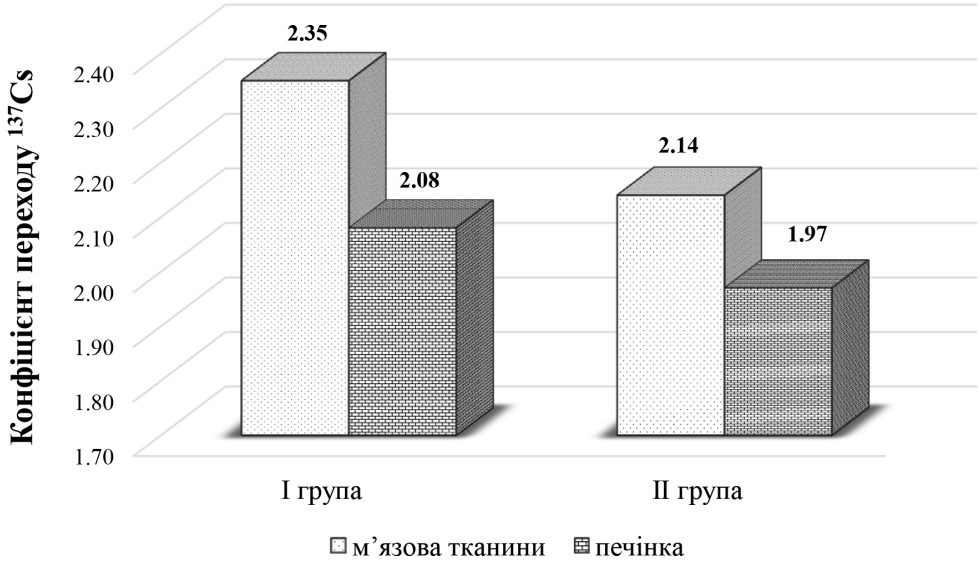


Рис. 1. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs у продукцію бугайців

Таким чином, оптимізація вітамінно-мінерального живлення бугайців за рахунок використання преміксу в кормових раціонах призвела до меншого нагромадження і переходу ^{137}Cs у продукцію тварин.

Уміст важких металів у м'ясі – один із важливих показників його якості в умовах техногенного забруднення кормів і сільськогосподарських угідь шкідливими речовинами. Для лабораторних аналізів, під час забою піддослідних бугайців, було відібрано середню пробу м'язової тканини з найдовшого м'язу спини, як основної їстівної частини туші тварин. У м'ясі та печінці вивчали концентрацію найбільш небезпечних важких металів – Pb і Cd.

Свинець (Pb) – це тканинний токсин, який накопичується з часом і міститься в тілі тварин, але особливо в кістках, печінці, нирках і мозку [22, с. 71]. Згідно з даними [23, с. 17], Pb є особливо небезпечним токсикантом серед важких металів. Він пошкоджує майже усі системи організму: кровотворну, травну, сечовидільну, серцево-судинну, ендокринну, викликає порушення метаболічних процесів,

центральної та периферичної нервової систем, пошкоджує клітинні мембрани та клітинний метаболізм [24, с. 3].

У середньому за добу до організму піддослідних тварин контрольної та дослідної груп надходила практично однакова кількість свинцю – 3,423–3,445 мг (табл. 3). Відповідно до прийнятих Державних санітарних правил і норм України, гранично допустимий рівень (ГДК) свинцю в м'ясі становить 0,10 мг/кг, у печінці – 0,50 мг/кг. Результати досліджень показали, що вміст Pb у найдовшому м'язі спини виявився більшим за ГДК у тварин I групи у 1,43 рази. Водночас концентрація цього важкого металу в м'язовій тканині бугайців II групи відносно ровесників I групи достовірно знизилася на 85,3 % ($P > 0,95$).

Уміст свинцю в печінці обох груп виявився більшим за гранично допустимий рівень у 1,55–1,67 рази. Тим не менш, згодовування бугайцям кормів раціонів із премікcом (II група) порівняно з контролем призвело до підвищення вмісту Pb у печінці на 8,1 % за невірогідної різниці ($P < 0,95$).

Таблиця 3

Концентрація Pb у раціонах і продукції бугайців

Група	Вміст Pb			
	середньодобовий раціон, мг/добу	продукція, мг/кг	± до контрольної групи	
			мг/кг	%
Найдовший м'яз спини				
I – контрольна	3,445	0,143 ± 0,035	–	–
II – дослідна	3,423	0,021 ± 0,001*	–0,121	–85,3
ГДК	–	0,10	–	–
Печінка				
I – контрольна	3,445	0,774 ± 0,022	–	–
II – дослідна	3,423	0,837 ± 0,033	+0,063	+8,1
ГДК	–	0,50		

Примітка. *$P > 0,95$.

Коефіцієнти переходу Pb у найдовший м'яз спини та печінку варіювали в межах 0,61–4,15 % та 22,47–24,45 % відповідно (рис. 2). Найменший перехід цього елемента в м'язову тканину спостерігався у бугайців II групи, а в печінку – у ровесників I групи.

Кадмій (Cd) – це метал, який широко поширений у різних екосистемах, не лише в зоні радіоактивного забруднення, але також у ґрунті та руді, де він зв'язаний із цинком. Цей метал є мутагеном і канцерогеном, який становить потенційну генетичну загрозу та є надзвичайно токсичним і не є необхідним для організмів тварин і людей [25, с. 5]. Особливістю біологічної дії Cd є його здатність негативно впливати на здоров'я тварин при тривалому впливі низьких рівнів забруднення через високий коефіцієнт біологічної кумуляції [26, с. 93].

Споживання бугайцям силосу, сіна, зеленої маси та різного складу зерносуміші суттєво не впливало на надходження Cd до організму тварин I і II груп – 0,222–0,223 мг/добу (табл. 4).

Рівень забруднення найдовшого м'язу спини бугайців Cd не перевищував гранично допустиму концентрацію. Так, цей показник у м'язовій тканині піддослідних тварин I та II груп варіював у межах 0,022–0,039 мг/кг, що нижче за

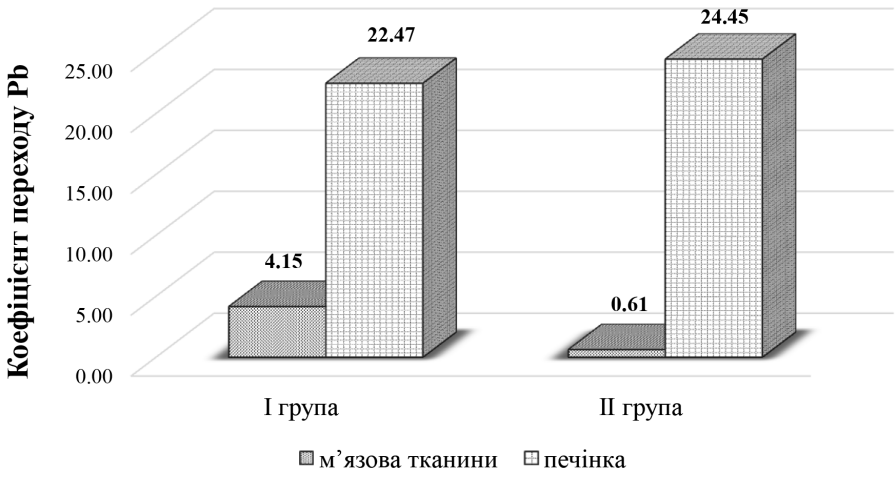


Рис. 2. Коефіцієнти переходу Pb у продукцію бугайців

Таблиця 4

Концентрація Cd у раціонах і продукції бугайців

Група	Вміст Cd			
	середньодобовий раціон, мг/добу	продукція, мг/кг	± до контрольної групи	
			мг/кг	%
Найдовший м'яз спини				
I – контрольна	0,223	0,039 ± 0,003	–	–
II – дослідна	0,222	0,022 ± 0,004*	–0,017	–43,6
ГДК	–	0,05	–	–
Печінка				
I – контрольна	0,223	0,154 ± 0,022	–	–
II – дослідна	0,222	0,156 ± 0,033	+0,002	+1,3
ГДК	–	0,50		

Примітка. *$P > 0,95$.

санітарно-гігієнічні вимоги на 22,0–56,0 %. За згодовування молодняку ВРХ II (дослідної) групи у складі зерносуміші преміксу «Стандарт Біомікс» вміст Cd у найдовшому м'язі спини знижується відносно контролю на 43,6 % за статистично значущої міжгрупової різниці ($P > 0,95$). Найбільше Cd накопичується у печінці піддослідних тварин – 0,154–0,156 мг/кг, що не перевищує ГДК.

Коефіцієнти переходу Кадмію у свинину (найдовший м'яз) та печінку були доволі високими – 9,91–17,49 та 69,06–70,27 % відповідно (рис. 3). За використання преміксу у раціонах бугайців перехід Cd у найдовший м'яз спини тварин дослідної групи знижувався на 7,58 % абс. порівняно з контролем.

Отже, використання для відгодівлі молодняку ВРХ у III зоні радіоактивного забруднення преміксу «Стандарт Біомікс» позитивно вплинуло на екологічну якість продукції, знижуючи вміст і перехід ^{137}Cs, Pb, Cd у найдовший м'яз спини.

Висновки. Питома активність ^{137}Cs в найдовшому м'язі спини та печінці бугайців за їх вирощування в III зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії

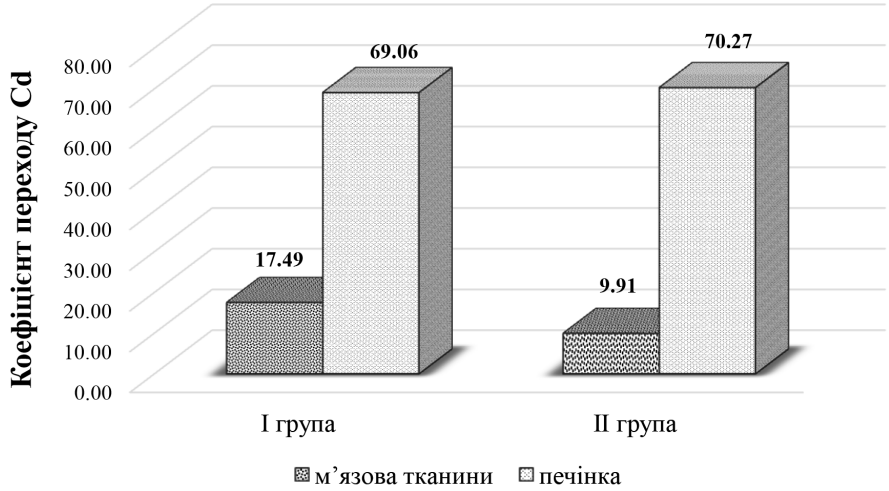


Рис. 3. Коефіцієнти переходу Cd у продукцію бугайців

на ЧАЕС коливалася по групах у межах 37,2–40,6 Бк/кг та 34,2–36,0 Бк/кг відповідно і не перевищувала допустимих рівнів (ДР-2006 = 200 Бк/кг). Вміст Pb у найдовшому м'язі спини (I група) та печінці тварин обох груп був більшим за ГДК в 1,43 рази та 1,55–1,67 рази. Використання в кормових раціонах молодняку великої рогатої худоби преміксу «Стандарт Біомікс» зумовило зниження вмісту і переходу ^{137}Cs, Pb, Cd в м'язову тканину на 8,4 % і 0,21 % абс., 85,3 і 3,54, 43,6 % і 7,58 % абс. відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Екологічні проблеми України: наслідки війни [Електронний ресурс] : вебліографічний покажчик / уклад. О. О. Найдьонова ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. Кропивницький : ЦНТУ, 2023. 19 с.

2. Savchuk I., Romanchuk L., Yashchuk I., Kovalova S., Bondarchuk L. Monitoring of heavy metals in fodder and animal husbandry products of the Polissia zone of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25.No. 6. P. 45–54. DOI: https://doi.org/10.48077/scihor.25(6).2022.45-54

3. Bakhrillaeva M., Razamuradov Z. The Negative Effect of Heavy Metal Salts on the Body of Mammal Animals. *Open Journal of Animal Sciences*. 2022. Vol. 12. No. 4. P. 704–711. DOI: https://doi.org/10.4236/ojas.2022.124048

4. Verma N., Rachamalla M., Kumar P.S., Dua K. Assessment and impact of metal toxicity on wildlife and human health. *Metals Water*. 2023. P.93–110. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95919-3.00002-1

5. Чоботько Г. М., Райчук Л. А., Кучма Т. Л., Швіденко І. К. Деякі аспекти повернення до сільськогосподарського використання виведених з експлуатації земель Полісся України, забруднених радіонуклідами. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 2. С. 47–55. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2023.283696

6. Бомко В. С., Сиваченко Є. В., Сметаніна О. В. Корми і кормові добавки та ефективність їх використання в годівлі тварин: навч. посібник. Біла Церква, 2023. 225с.

7. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин /за наук. ред. І. І. Ібатулліна і О. М. Жукорського. Київ: Аграрна наука, 2016. 336 с.

8. Kovaleva S., Savchuk I. Productivity and metabolism of substances in the body of bulls by optimizing their protein nutrition. *The Scientific and Technical Bulletin*

of Livestock farming institute of NAAS. 2024. Is. 132. P. 44-55. DOI: https://doi.org/10.32900/2312-8402-2024-132-44-55

9. Sirtori F., Crovetti A., Acciaioli A., Bonelli A., Pugliese C., Bozzi R., Campodoni G., Franci O. Effect of replacing a soy diet with *Vicia faba* and *Pisum sativum* on performance meat and fat traits of Cinta Senese pigs. *Italian Journal Animal of Science*. 2015. Vol.14. P.99–104. DOI: https://doi.org/10.4081/ijas.2015.3659

10. Кебко В. Г., Маменко О. М. Значення збалансованої годівлі для виведення радіоцезію із м'язової тканини великої рогатої худоби. *Молочно-м'ясне скотарство*. 1994. Вип. 85. С. 61–67.

11. Rossi L., Fusi E., Boglioni M., Giromini C., Rebucci R., Baldi A. Effect of Zinc oxide and Zinc chloride on human and swine intestinal epithelial cell lines. *International Journal of Health. Animal Science and Food Safety*. 2014. Vol. 1. No.2. P. 1–7. DOI: https://doi.org/10.13130/2283-3927/4212

12. Карпусь М. М., Славов В. П., Прістер Б. С., Лапа М. А., Мартинюк Г. М. Деталізована поживність кормів та раціони годівлі корів у зоні радіоактивного забруднення Полісся України. Житомир: Тетерів, 1994. 288 с.

13. Інформаційна база даних хімічного складу кормів України для організації обґрунтованої годівлі сільськогосподарських тварин / за ред. Г. О. Богданова, Є. В. Руденка. Харків : Інститут тваринництва УААН, 2009. 216 с.

14. Заславський С. О. Огляд: мінеральні елементи та їх роль у живленні тварин. *Наук. вісник ЛНУВМБ ім. С. З. Ґжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. т. 26. № 100. С. 157–161. DOI: https://doi.org/10.32718/nvlvet-a10024

15. Біденко В., Трохіменко В., Антонюк В., Галуцький П. Зміни радіоактивності молока та продуктивності корів при використанні в годівлі комплексонатів міді, елементів міді, марганцю, цинку. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво.* 2020. № 2 (41). С. 24–28. DOI: https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.2.4

16. Fedorchenko M. Influence of vitamin-mineral supplement on protein metabolism in rabbits' organisms. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2021. Vol. 4(1). P. 3–6. doi:10.32718/ujvas4-1.01

17. Гуцол А. В., Сироватко К. М., Вугляр В. С. Використання білково-вітамінно-мінеральних добавок у тваринництві *Наук. вісник ЛНУВМБ ім. С. З. Ґжицького*. 2018. т. 20. № 84. С. 154–160. DOI: https://doi.org/10.15421/nvlvet8428

18. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві : посібник / за ред. І. І. Ібатулліна, О. М. Жукорського. Київ : Аграрна наука, 2017. 328 с.

19. Маменко О. М., Портяник С. В. Вплив типів годівлі корів на вміст важких металів у молоці. *Наук. вісник ЛНУВМБ ім. С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2019. Т. 21, № 90. С. 38–48.

20. Сучасні методи селекції в тваринництві : навч. посібник / Рубан С. Ю., Даншин В. О., Литвиненко Т. В. та ін. Київ : Нац. університет біоресурсів і природокористування України, 2020. 212 с.

21. Ландін В. П., Чоботько Г. М., Кучма М. Д., Райчук Л. А. Подолання наслідків Чорнобильської катастрофи в агросфері України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 67–75.

22. Ernyasih A. M., Palutturi S., Daud A. Calculating the potential risks of environmental and communities health due to lead contaminants exposure: a systematic review. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*. 2023. Vol. 14. No.1. P. 68–76. DOI: https://doi.org/10.47750/pnr.2023.14.01.011

23. Bernales G. G., Calo C. M., Dumago C. M., Tibe A., Barbon M., Altar D. M. Analysis of heavy metal (Hg, Pb, Ni) content in Marsh Clam, *Polymesoda expansa* collected from Butuan Bay, Philippines. *International Journal of Biological, Physical and Chemical Studies*. 2022. Vol. 4. P. 14–23. DOI: https://doi.org/10.32996/ijbpcs.2022.4.1.3

24. Cuomo D., Foste,r M. J. Threadgill D. Systemic review of genetic and epigenetic factors underlying differential toxicity to environmental lead (Pb) exposure. *Environmental Science Pollution Research*. 2022. Vol. 4. P.1–6. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-022-19333-5

25. Dasharathy S., Arjunan S., Maliyur Basavaraju A., Murugasen V., Ramachandra S., Keshav R. Mutagenic, carcinogenic, and teratogenic effect of heavy metals. *Evidense Based Complementary and Alternative Medicine*. 2022. P. 1–11. DOI: https://doi.org/10.1155/2022/8011953

26. Lavryshyn Y., Gutyj B. Protein synthesize function of bulls liver at experimental chronic cadmium toxicity. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*. 2019. Vol. 21(94). P. 92–96. DOI: https://doi.org/10.32718/nvlvet9417

Дата першого надходження статті до видання: 29.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 633.11:631.527:631.95
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.47

ЕКОЛОГІЧНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ АДАПТАЦІЙНИХ РЕАКЦІЙ ВИДІВ РОДУ TRITICUM ДО СТРЕСОВИХ УМОВ СЕРЕДОВИЩА

Чуприна Ю. Ю. *– д.PhD з екології,*
доцент кафедри екології та біотехнологій в рослинництві
Державний біотехнологічний університет
orcid.org/0000-0002-0294-131X
Головань Л. В. *– к.с.-г.н., доцент,*
завідувачка кафедри екології та біотехнологій в рослинництві,
Державний біотехнологічний університет
orcid.org/0000-0002-7630-3222
Коляда О. В. *– к.с.-г.н.,*
доцент кафедри екології та біотехнологій в рослинництві,
Державний біотехнологічний університет
orcid.org/0000-0002-3727-5492
Клименко І. В. *– к.с.-г.н.,*
асистент кафедри екології та біотехнологій в рослинництві,
Державний біотехнологічний університет
orcid.org/0000-0002-3014-1694

Актуальним завданням сучасної селекції пшениці є розширення генетичної основи вихідного матеріалу з метою підвищення адаптивності та стійкості сортів до дії абіотичних стресових факторів, зумовлених кліматичними змінами та зростанням мінливості погодних умов. У цьому контексті особливого значення набуває залучення малопоширених, диких видів і синтетичних форм пшениці як джерел цінних адаптивних ознак.

Метою досліджень було провести комплексну оцінку стресостійкості та адаптивної здатності зразків роду Triticum L. різних видів і еколого-географічного походження в умовах північно-східного Лісостепу України. Польові дослідження виконували у 2019–2021 рр. на ННВЦ «Дослідне поле» Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва.

Досліджуваний матеріал включав 76 зразків пшениці, представлених культурними видами Triticum aestivum L. і Triticum durum Desf., а також малопоширеними та дикими видами (Triticum monococcum, Triticum dicoccum, Triticum spelta, Triticum timopheevii та ін.) і амфідіплоїдними формами. Вихідний матеріал було отримано з Національного центру генетичних ресурсів рослин України; зразки характеризувалися різним еколого-географічним походженням і генетичним різноманіттям.

Оцінку адаптивності та стійкості до стресових умов проводили на основі аналізу продуктивності зерна за роками досліджень із використанням індексу чутливості до стресу (SSI) за Fischer & Maurer. За результатами розрахунків встановлено істотну диференціацію зразків за рівнем стресостійкості. Найменші значення SSI, що свідчать про високу адаптивну здатність і стабільність продуктивності, виявлено у зразків малопоширених видів і амфідіплоїдних форм. Водночас зразки Triticum aestivum і Triticum durum у середньому характеризувалися вищою продуктивністю у сприятливі роки, проте проявляли більшу чутливість до несприятливих умов середовища.

Отримані результати підтверджують доцільність використання малопоширених видів пшениці та амфідіплоїдних форм як перспективних джерел адаптивності та стресостійкості у селекційних програмах, спрямованих на створення стабільних і високопродуктивних сортів для умов Лісостепу України.

Ключові слова: *пшениця, Triticum L., адаптивність, стресостійкість, індекс SSI, генетичні ресурси.*

© Чуприна Ю. Ю., Головань Л. В., Коляда О. В., Клименко І. В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Chupryna Yu. Yu., Holovan L. V., Koliada O. V., Klymenko I. V. Assessment of stress resistance and productivity stability of Triticum genus samples as a source of selectively valuable traits

The current task of modern wheat breeding is to expand the genetic basis of the source material in order to increase the adaptability and resistance of varieties to the action of abiotic stress factors caused by climate change and increased variability of weather conditions. In this context, the involvement of rare, wild species and synthetic forms of wheat as sources of valuable adaptive traits is of particular importance.

The aim of the research was to conduct a comprehensive assessment of the stress resistance and adaptive capacity of samples of the genus Triticum of various species and ecological and geographical origin in the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine. Field studies were carried out in 2019–2021 at the Research Field Research Center of the Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev.

The studied material included 76 wheat samples, represented by the cultivated species Triticum aestivum L. and T. durum Desf., as well as rare and wild species (T. monococcum, T. dicoccum, T. spelta, T. timopheevii, etc.) and amphidiploid forms. The source material was obtained from the National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine; the samples were characterized by different ecological and geographical origins and genetic diversity. The assessment of adaptability and resistance to stress conditions was carried out on the basis of the analysis of grain productivity over the years of research using the stress sensitivity index (SSI) according to Fischer & Maurer. The results of the calculations revealed a significant differentiation of samples in terms of stress resistance. The lowest SSI values, indicating high adaptive capacity and stability of productivity, were found in samples of rare species and amphidiploid forms. At the same time, T. aestivum and T. durum samples were characterized by higher productivity on average in favorable years, but showed greater sensitivity to adverse environmental conditions.

The results obtained confirm the feasibility of using rare wheat species and amphidiploid forms as promising sources of adaptability and stress resistance in breeding programs aimed at creating stable and highly productive varieties for the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: *wheat, Triticum L, adaptability, stress resistance, SSI index, genetic resources.*

Постановка проблеми. В умовах глобальних кліматичних змін та зростаючої мінливості погодних факторів стабільність продуктивності пшениці залишається однією з ключових проблем сучасного рослинництва. Часті прояви абіотичних стресів, зокрема посух, температурних коливань та нерівномірного розподілу опадів, суттєво обмежують реалізацію продуктивного потенціалу сучасних сортів пшениці, що зумовлює необхідність пошуку нових джерел адаптивності та стресостійкості.

Переважна орієнтація селекційних програм на вузьке коло високопродуктивних генотипів призвела до звуження генетичної бази культурної пшениці (*Triticum aestivum*, *Triticum durum*), що, у свою чергу, знижує її екологічну пластичність і здатність адаптуватися до контрастних умов середовища. У цьому контексті особливого значення набуває залучення малопоширених, диких видів та амфідиплоїдних форм пшениці, які характеризуються широким спектром адаптивних ознак, сформованих у різних еколого-географічних умовах.

Водночас ефективне використання генетичних ресурсів у селекції потребує науково обґрунтованих підходів до оцінки адаптивної здатності та стресостійкості вихідного матеріалу. Одним із таких підходів є застосування індексних методів, зокрема індексу чутливості до стресу (*SSI*) за *Fischer & Maurer*, який дозволяє кількісно оцінити реакцію генотипів на несприятливі умови та виявити стабільні й адаптивні зразки.

Таким чином, актуальною науковою проблемою є комплексна оцінка зразків роду *Triticum L* різних видів і походження за показниками стресостійкості та адаптивності в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах з метою ідентифікації перспективного селекційного матеріалу для створення стабільних і високопродуктивних сортів пшениці [2, с. 27;13, с. 47].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання підвищення адаптивності та стресостійкості культури пшениці є предметом активного наукового дослідження в багатьох країнах світу. У науковій літературі широко розглядаються генетичні, біофізіологічні та агротехнічні аспекти стресових реакцій рослин на абіотичні чинники, зокрема посуху, температурний стрес та нестачу води в критичні фази розвитку. Так, ряд досліджень засвідчив, що вузька генетична база культурних сортів *Triticum aestivum* та *Triticum durum* обмежує їх реакцію на несприятливі умови, що може призводити до значних коливань продуктивності за роками досліджень [8, с. 12–35].

Одним із шляхів розширення генетичного потенціалу є залучення малопоширених і диких видів пшениці, які можуть бути джерелом адаптивних ознак. Дослідження показали, що дикі та тісно споріднені форми, такі як *Triticum dicoccum*, *Triticum monococcum* та *Triticum spelta*, володіють підвищеною пластичністю та здатністю переносити абіотичні стреси, що відкриває перспективи їх використання в селекційних програмах [21, с. 45]. Зокрема, у роботах останніх років акцентується на потенціалі амфідіплоїдних форм як донорів стійкості до посухи й інших стресів, а також на їхній ролі у створенні нових селекційних ліній з підвищеною адаптивністю [12, с. 85].

Щодо методології оцінки стресостійкості, сучасні дослідження все частіше застосовують індексні підходи для кількісної оцінки реакції генотипів на змінні умови середовища. Індекси чутливості до стресу, зокрема індекс *SSI* за *Fischer & Maurer* (1978), і супутні йому показники, такі як STI (*Stress Tolerance Index*), GMP (*Geometric Mean Productivity*) та MP (*Mean Productivity*), активно використовуються для ідентифікації генотипів з високою стресостійкістю в польових умовах [23, с. 10]. Ці підходи довели свою ефективність у визначенні як адаптивних, так і стабільних генотипів серед великої кількості тестованих форм.

Проте в Україні та східноєвропейському регіоні загальний обсяг робіт, присвячених комплексній оцінці продуктивності та стресостійкості широкого спектра видів роду *Triticum L* із залученням малопоширених і амфідіплоїдних форм, залишається обмеженим. Це обумовлює необхідність подальших експериментальних досліджень із використанням індексних методик, що дозволить не лише оцінити потенціал колекційних зразків, але й обґрунтувати їх використання в селекції.

Постановка завдання. Оцінити адаптивність та стресостійкість зразків роду *Triticum L* різних видів і еколого-географічного походження в умовах північно-східного Лісостепу України та ідентифікувати перспективні генотипи для використання в селекційних програмах з підвищеною стабільністю продуктивності.

Виклад основного матеріалу досліджень. Польові дослідження проводилися у 2019–2021 рр. на навчально-науковому виробничому центрі «Дослідне поле» Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва (Харківська область, північно-східна частина Лісостепу України). Дослідне поле характеризується типовими ґрунтово-кліматичними умовами регіону: чорнозем слабко-суглинковий, середньорічна кількість опадів 450–500 мм, середньорічна температура 7–9 °С.

Об’єктом досліджень були 76 зразків пшениці роду *Triticum*, зокрема:

- культурні види: *Triticum aestivum* (10 зразків), *Triticum durum* (10 зразків);
- малопоширені види: *Triticum monococcum* (8), *Triticum boeoticum* (1), *Triticum sinskajae* (1), *Triticum timopheevii* (1), *Triticum militinae* (1), *Triticum dicoccum* (9), *Triticum ispahanicum* (1), *Triticum persicum* (2), *Triticum turgidum* (3), *Triticum aethiopicum* (1), *Triticum spelta* (9), *Triticum compactum* (4);
- амфідіплоїдні форми: 15 зразків.

Матеріал отримано з Національного центру генетичних ресурсів рослин України (НЦГРРУ). Зразки були інтродуковані з різних еколого-географічних районів та характеризуються широким спектром господарсько-цінних ознак.

Посіви закладалися за сівозміною та класичною схемою полів, із трьома повтореннями для кожного зразка. Кожна ділянка мала площу 10 м², міжряддя 15 см, густота посіву відповідала сортовим рекомендаціям для регіону. Усі агротехнічні прийоми (підживлення, обробіток ґрунту, боротьба зі шкідниками та хворобами) проводилися за стандартною технологією для північно-східного Лісостепу України.

Вивчалися такі кількісні ознаки продуктивності:

- врожайність зерна (г/м^2)
- маса 1000 зерен (г)
- довжина колоса (см)
- кількість зерен у колосі

Для оцінки адаптивності та стресостійкості зразків розраховували:

1. Коефіцієнт варіації (*CV*, %) для визначення мінливості ознак між роками;
2. Індекс стійкості до стресу (*SSI*) за Fischer & Maurer (1978), який визначався за показниками продуктивності у сприятливий та стресовий рік;
3. При необхідності – середню продуктивність (MP) та геометричний середній (GMP) для комплексної оцінки адаптивності.

Статистичний аналіз проводився за допомогою програми Excel та статистичного пакета SPSS. Для перевірки значущості різниці між зразками застосовували однофакторний дисперсійний аналіз (*ANOVA*), а значення *SSI* використовували для ранжування зразків за р івнем адаптивності та стабільності продуктивності.

Польові дослідження 2019–2021 рр. продемонстрували значну диференціацію зразків роду *Triticum L* за продуктивними ознаками та здатністю адаптуватися до різних умов середовища.

Варіабельність продуктивних ознак. Аналіз коефіцієнта варіації (CV, %) показав, що найменшу мінливість за роками мали зразки культурних видів (*Triticum aestivum*, *Triticum durum*) – CV = 5–12 %, що свідчить про їх відносну стабільність. У малопоширених та диких видів (*Triticum dicoccum*, *Triticum spelta*, амфідіплоїдні форми) CV коливався від 12 до 25 %, відображаючи більшу пластичність і реакцію на умови року.

Така закономірність підтверджує висновки інших дослідників про те, що дикий генетичний матеріал характеризується більшою адаптивністю до змін середовища [15, с. 31].

Таблиця 1

Варіабельність продуктивних ознак зразків роду *Triticum L* за 2019–2021 рр.

Вид/Форма	Кількість зразків	Середня врожайність, г/м^2	CV, %
Triticum aestivum	10	420	6,2
Triticum durum	10	390	8,5
Triticum dicoccum	9	350	14,3
Triticum spelta	9	330	16,7
Амфідіплоїдні форми	15	310	12,5

Аналіз коефіцієнта варіації (CV, %) за 3 роки показав значну диференціацію зразків роду *Triticum L* за продуктивністю зерна.

1. Культурні види (*Triticum aestivum*, *Triticum durum*)
   - Виявили найменшу мінливість (CV 6,2–8,5 %).
   - Це свідчить про відносну стабільність продуктивності цих генотипів у різні роки досліджень.
   - Висока середня врожайність (420 г/м^2 для *Triticum aestivum*) підтверджує їх перевагу у сприятливих умовах.
2. Малопоширені та диких види (*Triticum dicoccum*, *Triticum spelta*)
   - Відзначаються більш високою мінливістю (CV 14,3–16,7 %).
   - Це показує, що ці види більш чутливі до змін умов середовища, але одночасно мають високу пластичність і здатність адаптуватися до стресових факторів.
3. Амфідіплоїдні форми
   - CV = 12,5 %, що є проміжним значенням між культурними та дикими видами.
   - Це вказує на їхню комбіновану здатність до стабільності та адаптивності, що робить їх перспективними як донори ознак для селекції.

Найменшу мінливість показують культурні види, що свідчить про стабільність продуктивності. Найбільшу мінливість мають дикі та малопоширені види, що підкреслює їх пластичність і потенціал для адаптації.

Амфідіплоїдні форми є проміжною групою, що поєднує стабільність і здатність переносити стрес.

Таким чином, таблиця 1 демонструє різний рівень стабільності продуктивності серед видів роду *Triticum L* і підкреслює значення диких та амфідіплоїдних форм для селекції стресостійких сортів.

Оцінка стресостійкості за індексом SSI. Розрахунок індексу стійкості до стресу (*SSI*) за *Fischer & Maurer* дозволив виділити зразки з високою адаптивністю.

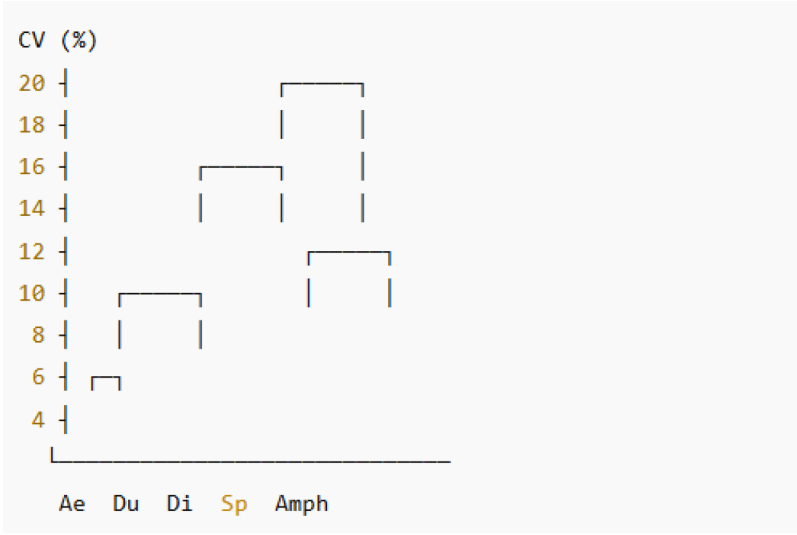


Рис. 1. Варіабельність врожайності (CV, %)

Примітка: Ae – *T. aestivum*, Du – *T. durum*, Di – *T. dicoccum*, Sp – *T. spelta*, Amph – амфідіплоїдні форми

• Найменші значення SSI (0,62–0,85) відмічено у зразків *Triticum dicoccum*, *Triticum spelta* та амфідіплоїдних форм, що свідчить про їхню високу здатність протистояти стресовим умовам.

• Зразки *Triticum aestivum* і *Triticum durum* характеризувалися SSI > 1,0, що вказує на більшу чутливість до несприятливих умов року.

Ці результати підтверджують важливість залучення малопоширених і диких видів пшениці у селекційні програми для підвищення стабільності врожайності.

Комплексна оцінка адаптивності (CV + SSI + GMP). Для комплексної оцінки продуктивності та стабільності було розраховано геометричний середній (GMP) і ранжування зразків:

• Лідери за GMP і найменшим SSI: *Triticum dicoccum 3, Triticum spelta 5, амфідіплоїд 7*, що дозволяє виділити їх як перспективні генотипи для селекції.

• Культурні види з високою продуктивністю у сприятливий рік, але SSI > 1,0, виявилися менш стабільними, що підкреслює необхідність використання їх у гібридизації з дикими або амфідіплоїдними формами.

Таблиця 2

Індекс стійкості до стресу (SSI) зразків роду *Triticum L* за 2019–2021 рр.

Вид/Форма	Середня врожайність у сприятливий рік (Yp)	Середня врожайність у стресовий рік (Ys)	SSI
Triticum aestivum	450	360	1,11
Triticum durum	420	340	1,08
Triticum dicoccum	370	330	0,82
Triticum spelta	350	310	0,85
Амфідіплоїдні форми	330	290	0,80

1. Загальна оцінка стресостійкості.

Індекс *SSI* (*Stress Susceptibility Index*) дозволяє кількісно оцінити чутливість генотипів до несприятливих умов середовища, порівнюючи продуктивність у сприятливий та стресовий рік. Значення *SSI* > 1,0 вказує на високу чутливість, *SSI* ≈ 1,0 – середню чутливість, а *SSI* < 1,0 – на підвищену стресостійкість.

2. Характеристика культурних видів

• *Triticum aestivum* і *Triticum durum* мають *SSI* > 1,0 (1,11 та 1,08).

• Це свідчить про те, що ці генотипи більш чутливі до несприятливих умов року, незважаючи на високу врожайність у сприятливий рік.

• Вони стабільно продуктивні у сприятливих умовах, але їхня продуктивність значно знижується за стресових факторів.

3. Характеристика малопоширених та амфідіплоїдних форм

• *Triticum dicoccum*, *Triticum spelta* та амфідіплоїдні форми мають *SSI* < 1,0 (0,82–0,85, 0,80).

• Це свідчить про їх високу стресостійкість і здатність зберігати продуктивність у несприятливих умовах.

• Незважаючи на нижчу абсолютну врожайність у сприятливий рік, ці зразки демонструють більш стабільну продуктивність, що робить їх цінними для селекції.

4. Порівняння груп

• Культурні види характеризуються вищою продуктивністю у сприятливих роках, але *SSI* > 1,0 показує їхню більшу чутливість до стресу.

• Дикі та амфідіплоїдні форми мають нижчу врожайність, але стабільнішу продуктивність за стресових умов.

• Цей розподіл підкреслює важливість використання малопоширених та амфідіплоїдних форм як донорів стресостійких ознак у селекції.

Таблиця 2 демонструє, що стійкість до стресу не завжди корелює з абсолютною врожайністю. Висока продуктивність у сприятливих умовах у культурних видів супроводжується більшою чутливістю до стресу, тоді як малопоширені та амфідіплоїдні форми забезпечують стабільність продуктивності, що робить їх цінним генетичним ресурсом для селекційних програм.

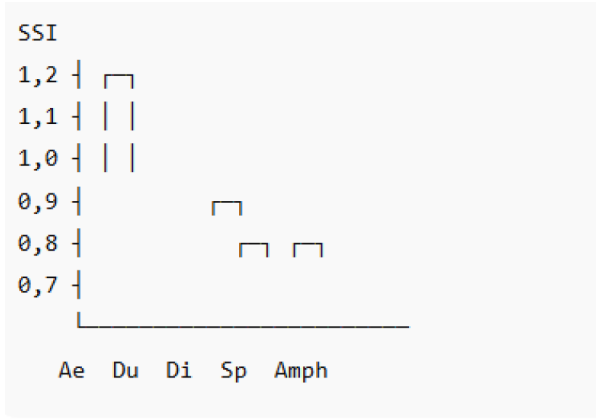


Рис. 2. SSI зразків пшениці

Ae – *Triticum aestivum*, Du – *Triticum durum*, Di – *Triticum dicoccum*, Sp – *Triticum spelta*, Amph – амфідіплоїдні форми

Зразки *Triticum dicoccum*, *Triticum spelta* та амфідіплоїдні форми характеризуються найменшою чутливістю до стресу (*SSI* < 1,0), що підкреслює їх перспективність для селекції.

Для інтегральної оцінки продуктивності та стабільності використовували GMP, SSI і CV. Це дозволяє виділити зразки з оптимальним балансом між врожайністю та адаптивністю.

Таблиця 3

Комплексна оцінка адаптивності зразків роду *Triticum L* за показниками GMP, SSI та CV (2019–2021 рр.)

Зразок	GMP (г/м^2)	SSI	CV, %	Рейтинг за адаптивністю
Triticum dicoccum	350	0,82	14,3	1
Triticum spelta	340	0,85	16,7	2
Амфідіплоїд	320	0,80	12,5	3
Triticum aestivum	405	1,11	6,2	4
Triticum durum	380	1,08	8,5	5

Таблиця 3 відображає комплексну оцінку адаптивності зразків на основі трьох показників:

• GMP (*Geometric Mean Productivity*) – середня геометрична продуктивність, що показує загальний рівень врожайності в різні роки,
• SSI – індекс стійкості до стресу,
• CV – коефіцієнт варіації, який відображає мінливість продуктивності.

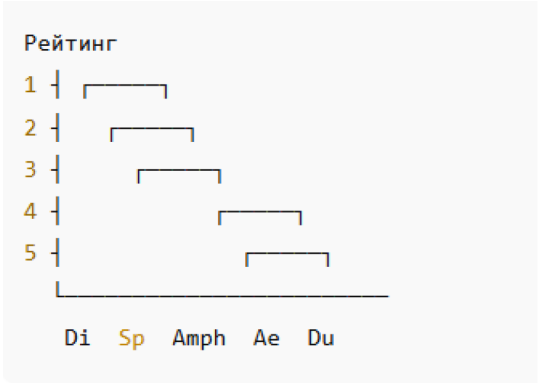


Рис. 3. Ранжування зразків за комплексною адаптивністю

Ae – *Triticum aestivum*, Du – *Triticum durum*, Di – *Triticum dicoccum*, Sp – *Triticum spelta*, Amph – амфідіплоїдні форми

Цей підхід дозволяє одночасно оцінити стабільність і адаптивність генотипів, а не лише їх врожайність у сприятливий рік.

За результатами комплексної оцінки адаптивності встановлено, що найбільш стресостійкими виявилися зразки *Triticum dicoccum* 3, *Triticum spelta* 5 та амфідіплоїдні форми, для яких значення індексу чутливості до стресу (*SSI*) не перевищували 1,0. Це свідчить про їхню високу здатність зберігати продуктивність за умов дії несприятливих факторів середовища. Для зазначених зразків показник геометричної середньої продуктивності (*GMP*) залишався відносно стабільним і становив 320–350 г/м^2, незважаючи на підвищену мінливість урожайності за роками досліджень, що підтверджується значеннями коефіцієнта варіації (*CV*) на рівні 12,5–16,7 %. Саме ці зразки посіли перші три місця у рейтингу адаптивності, що вказує на їх високу селекційну цінність як джерел стресостійкості та стабільності продуктивності.

На відміну від них, зразки культурних видів *Triticum aestivum* 2 та *Triticum durum* 1 характеризувалися вищими значеннями GMP (380–405 г/м^2), що відображає їх значний потенціал врожайності у сприятливі роки. Водночас значення SSI, які перевищували 1,0, свідчать про підвищену чутливість цих генотипів до стресових умов. Низькі значення коефіцієнта варіації (6,2–8,5 %) підтверджують стабільність продуктивності культурних видів за оптимальних умов вирощування, однак зменшення врожайності у стресові роки зумовило їх нижчі позиції у загальному рейтингу адаптивності (4–5 місця). Це вказує на те, що високий потенціал продуктивності не завжди супроводжується достатнім рівнем адаптивності.

Порівняльний аналіз результатів, наведених у Таблиці 3, засвідчує, що найбільш адаптивними в умовах північно-східного Лісостепу України є малопоширені та амфідіплоїдні форми пшениці, незважаючи на дещо нижчий рівень абсолютної врожайності порівняно з культурними видами. Використання комбінованого підходу, який включає показники *GMP*, *SSI* та CV, дозволяє об'єктивно

оцінити баланс між врожайністю та стійкістю і є ефективним інструментом для відбору вихідного матеріалу у селекційних програмах, орієнтованих на створення стабільних сортів для регіонів із мінливими умовами вирощування.

Таблиця 3 підтверджує, що комплексний аналіз показників продуктивності та стресостійкості є найефективнішим способом виділення перспективних генотипів для селекції. Малопоширені та амфідіплоїдні форми є основними кандидатами для створення стабільних і високопродуктивних сортів пшениці, здатних зберігати продуктивність за змінних умов середовища.

Висновки і пропозиції: Отримані дані демонструють, що адаптивність і стабільність продуктивності не завжди корелюють з абсолютною врожайністю у сприятливий рік. Малопоширені та амфідіплоїдні форми, незважаючи на нижчу середню врожайність у сприятливих умовах, показують стійку продуктивність у змінних умовах, що робить їх важливим ресурсом для селекції.

Ці результати узгоджуються з сучасними міжнародними дослідженнями, які підкреслюють значення генетичного різноманіття диких і амфідіплоїдних форм для створення стабільних сортів пшениці, стійких до абіотичних стресів [18].

– культурні види (*Triticum aestivum*, *Triticum durum*) мають високу продуктивність, але більшу чутливість до стресових умов (*SSI* > 1);

– дикі та амфідіплоїдні форми демонструють високу стресостійкість і стабільність, хоча GMP нижчий;

– комплексний аналіз CV + SSI + GMP дозволяє виділити перспективні генотипи для селекції стабільних і високопродуктивних сортів пшениці;

– малопоширені види та амфідіплоїдні форми є цінним генетичним ресурсом для підвищення адаптивності сортів пшениці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Annicchiarico P. Genotype × Environment Interactions: Challenges and Opportunities for Plant Breeding and Cultivar Recommendations. Rome: FAO. 115 p. 2002.
2. Araus J. L., Slafer G. A., Reynolds M. P., Royo C. Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for? Annals of Botany, 89, 925–940. 2002.
3. Blum A. *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. New York : Springer. 2011. 255 p.
4. Ceccarelli S., Grando S. Drought as a challenge for the plant breeder. *Plant Growth Regulation*, 20, 1996. 149–155.
5. Chuprina Yu., Klymenko I., Golovan L. Ecological assessment of variability of quantitative signs of spring wheat samples. Ukrainian Journal of Ecology, 11(8), 156–166. 2021. doi: 10.15421/2021_284
6. Cooper M., Hammer G. L. Plant adaptation and crop improvement. Wallingford : CAB International. 1996. 608 p.
7. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6, 1966. 36–40.
8. Falconer D. S., Mackay T. F. C. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th ed. Harlow : Longman. 1996. 464 p.
9. FAO. *Wheat and climate change*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015.
10. Fischer R. A., Maurer R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29(5), 1978. 897–912.
11. Kihara H. Discovery of the DD-analyser, one of the ancestors of Triticum vulgare. Agriculture and Horticulture, 19, 1944. 889–890.

12. Mohammadi R., Armion M., Kahrizi D., Amri A. Efficiency of screening techniques for evaluating durum wheat genotypes under mild drought conditions. *International Journal of Plant Production*, 4(1), 2010. 11–24.

13. National Plant Germplasm System (NPGS). *Wheat genetic resources and breeding*. USDA-ARS. 2020.

14. Ortiz R., Sayre K. D., Govaerts B. et al. Climate change: Can wheat beat the heat? Agriculture, Ecosystems & Environment, 126, 2008. 46–58.

15. Ouji A., Naouari M., Mouelhi M., Ben Younes M. Yield and Yield Components of Faba Bean (*Vicia faba L*) as Influenced by Supplemental Irrigation under Semi-arid Region of Tunisia. World Journal of Agricultural Research. 2017, Vol. 5 No. 1, 52–57.

16. Peake, j. Et reynolds Implementing Social Media Bridges for Student-Teacher Chasms Created During the COVID-19 Pandemic. CEA Critic 82(3). 274–284. doi:10.1353/cea.2020.0022

17. Reynolds M., Bonnett D., Scott C, Robert T., Raising yield potential of wheat. I. Overview of a consortium approach and breeding strategies Free. Mathe Journal of Experimental Botany, Volume 62, Issue 2, January 2011, Pages 439–452, https://doi.org/10.1093/jxb/erq311

18. Reynolds M. P., Ortiz-Monasterio J. I., McNab A. Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico, D.F.: CIMMYT. 2001. 218 p.

19. Reynolds M. P., Trethowan R., Crossa J., Vargas M., Sayre K. D. Physiological factors associated with genotype by environment interaction in wheat. *Field Crops Research*, 75, 2002. 139–160.

20. Rosielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21(6), 1981. 943–946.

21. Thomasa J., Rohith A., Sebastian D., Sinan N.,.Jainet P, Krishna V. Climate warming modifies hydrological responses in the southern Western Ghats and the western coastal plains (India): Insights from CMIP6-VIC simulations. Journal of Environmental Management. Volume 381, May 2025.

22. Trethowan R. M., van Ginkel M. Synthetic wheat – an emerging genetic resource. Cereal Research Communications, 37, 2009. 1–9.

23. Vavilov N. I. Origin and Geography of Cultivated Plants. Cambridge: Cambridge University Press. 1992. 498 p.

24. Xu Y., Crouch J. H. Marker-assisted selection in plant breeding: From publications to practice. Crop Science, 48, 2008. 391–407.

25. Кириленко В. В., Кузьменко Л. А., Сологуб Ю. М. Оцінка адаптивності сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*, 7, 2015. 23–28.

26. Литвиненко М. А. Селекція пшениці м'якої озимої на адаптивність. Вісник аграрної науки, 5, 2016. 15–22.

27. Литвиненко М. А., Лифенко С. П. Генетичні ресурси пшениці та їх використання в селекції. *Селекція і насінництво*, 94, 2007. 3–15.

27. Чуприна Ю. Агроекологічна оцінка популяційно-видового біорізноманіття *Triticum L*. до біотичних та абіотичних факторів в агроекосистемі Східного Лісостепу України: дис.... доктора філософії 101 Екологія. Харків. 257с. 2022. https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/18215

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 504.4.054:519.87
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.48

ПРОГНОЗ ЗАБРУДНЕННЯ РІЧКОВОЇ ВОДИ ВНАСЛІДОК ПОТРАПЛЯННЯ ХЛОРВМІСНОЇ РІДИНИ

Щербина І. В. *– к.ф.-м.н,*
доцентка кафедри вищої математики, фізики та загальноінженерних дисциплін,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0003-3968-4326
Клєцков О. М. *– старший викладач кафедри вищої математики, фізики*
та загальноінженерних дисциплін,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0003-2587-4647
Запорожченко В. Ю. *– к.с.н,*
доцентка кафедри водогосподарської інженерії,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-4642-2917
Сахно В. М. *– к.ф.-м.н,*
доцент кафедри вищої математики, фізики та загальноінженерних дисциплін,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-2314-4547

У статті розглянуто процеси поширення хлору у річковому середовищі після аварійного скиду хлорвмісної рідини, що є актуальною проблемою для оцінки ризиків техногенного впливу на водні екосистеми. Враховано фізико-хімічні властивості хлору, зокрема його здатність до швидкого розчинення у воді, утворення активних форм та взаємодії з органічними і неорганічними речовинами. Предметом дослідження є математичне моделювання динаміки концентрації хлору з урахуванням гідродинамічних факторів та хімічної деструкції речовини. Окрему увагу приділено гідрологічним характеристикам річки – швидкості течії, глибині, ширині русла, турбулентності потоку та температурним умовам, що суттєво впливають на інтенсивність перенесення та розсіювання хлору.

У дослідженні розглянуто екологічні параметри води, включно з вихідною мінералізацією, кислотно-лужним балансом та концентрацією розчинених органічних речовин, які визначають швидкість хімічних перетворень хлору. Також враховано специфіку аварійної ситуації – об'єм та тривалість скиду, режим надходження забруднювача, початкову концентрацію та локалізацію джерела.

У ході дослідження розв'язано завдання щодо аналізу фізико-хімічної специфіки хлору, обґрунтування вибору адвекційно-дисперсійного рівняння та чисельної реалізації моделі. На основі рівняння конвекції-дифузії побудовано математичну модель прогнозування концентрації хлору в різних точках річки протягом 24 годин після аварії. Отримано просторово-часові розподіли концентрації хлору для ділянки річки довжиною 10 км. Встановлено, що в перші години після аварії формується виражена імпульсна хвиля забруднення, де домінуючу роль відіграє конвективний перенос. Доведено, що турбулентна дисперсія призводить до поступового розширення плями забруднення вздовж русла, а пікові концентрації експоненціально знижуються внаслідок сукупної дії розведення та хімічної взаємодії з компонентами води. Модель дозволяє оцінити як максимальні концентрації, так і часову динаміку їхнього зниження під впливом природних процесів самоочищення. Проведено аналіз потенційних екологічних наслідків, зокрема ризиків для гідробіонтів, можливих порушень кисневого режиму та загроз для водокористування. Зроблено висновки

© Щербина І. В., Клєцков О. М., Запорожченко В. Ю., Сахно В. М., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

щодо стійкості річкової екосистеми до такого типу забруднення та окреслено напрями подальшого вдосконалення моделей прогнозування техногенних впливів.

Ключові слова: *конвекція, дифузія, поширення хлору, оцінка екологічних наслідків, аварійний скид, адвекційно-дисперсійне рівняння.*

Shcherbyna I. V., Kletskov O. M., Zaporozhchenko V. Yu., Sakhno V. M. Forecasting River Water Contamination Following an Accidental Release of Chlorine-Containing Liquids

The article examines the processes of chlorine dispersion in a river environment following an accidental release of chlorine-containing liquid, which is a critical issue for assessing the risks of anthropogenic impact on aquatic ecosystems. The study accounts for the physicochemical properties of chlorine, specifically its capacity for rapid dissolution in water, the formation of active species, and interactions with organic and inorganic substances. The subject of the research is the mathematical modeling of chlorine concentration dynamics, considering hydrodynamic factors and the chemical degradation of the substance. Special attention is paid to the hydrological characteristics of the river – flow velocity, depth, channel width, flow turbulence, and temperature conditions – which significantly influence the intensity of chlorine transport and dispersion.

The study considers the environmental parameters of the water, including baseline mineralization, acid-base balance, and the concentration of dissolved organic matter, which determine the rate of chemical transformation of chlorine. It also accounts for the specific characteristics of the emergency situation, such as the volume and duration of the release, the pollutant input regime, initial concentration, and source localization.

In the course of the research, tasks were completed regarding the analysis of the physicochemical specifics of chlorine, the justification for selecting the advection-dispersion equation, and the numerical implementation of the model. Based on the convection-diffusion equation, a mathematical model was developed to predict chlorine concentration at various points in the river during the 24 hours following the accident. Spatio-temporal distributions of chlorine concentration were obtained for a 10 km river section. It was established that an explicit pulse wave of pollution forms in the first hours after the accident, where convective transport plays a dominant role. It is proven that turbulent dispersion leads to the gradual expansion of the contaminant plume along the channel, while peak concentrations decrease exponentially due to the cumulative effect of dilution and chemical interaction with water components.

The model allows for the assessment of both maximum concentrations and the temporal dynamics of their decrease under the influence of natural self-purification processes. An analysis of potential environmental consequences was conducted, including risks to hydrobionts, possible disruptions of the oxygen regime, and threats to water consumption. Conclusions were drawn regarding the resilience of the river ecosystem to this type of pollution, and directions for further improvement of models for predicting anthropogenic impacts were outlined.

Key words: *convection, diffusion, chlorine dispersion, environmental impact assessment, accidental release, advection-dispersion equation.*

Актуальність теми дослідження. Проблема аварійних хімічних забруднень водних об’єктів є однією з ключових у сучасній екологічній безпеці. Потрапляння хлору або хлорвмісних речовин у річкові системи може спричинити значні негативні наслідки для якості води, біорізноманіття та функціонування екосистеми. Хлор належить до сильнодіючих окиснювачів, здатних вступати у реакції з органічними та неорганічними компонентами води, формуючи токсичні вторинні продукти.

Потрапляння хлорвмісних рідин у річкову екосистему спричиняє низку негативних біотичних та абіотичних наслідків, що впливають на структурно-функціональну організацію водних біогеоценозів. Розглянемо основні з них:

Хлорвмісні сполуки здатні утворювати у воді активний хлор, гіпохлорити та вторинні токсичні продукти, включаючи органохлорні похідні. Це призводить до різкого підвищення окислювального потенціалу, зміни pH, а також зменшення розчиненого кисню через інтенсивні реакції хлорування.

Хлор та його реакційні продукти мають виражену цитотоксичну дію: пошкоджують епітелій зябер у риб, порушують осморегуляцію, інгібують ферментні

системи, зокрема антиоксидантні, спричиняють оксидативний стрес. У безхребетних відзначається зниження рухової активності, порушення репродуктивних функцій та масова загибель при підвищених концентраціях токсиканта.

Хлорвмісні речовини пригнічують фотосинтетичну активність, руйнують пігментні комплекси та порушують структуру клітинних мембран водоростей. Це веде до різкого зниження первинної продукції та зміни видового складу, що порушує енергетичний баланс екосистеми.

Зменшення чисельності планктонних і бентосних організмів впливає на всю трофічну мережу: риби та інші хижаки втрачають кормову базу. Внаслідок цього спостерігаються зміни у видовій структурі іхтіофауни, включно зі зникненням чутливих видів і домінуванням більш толерантних.

Частина хлорорганічних продуктів сорбується на завислих частинках і осідає у донних відкладеннях, формуючи довготривалі резервуари забруднення. Ці сполуки можуть повторно надходити у водне середовище, підтримуючи хронічну токсичність та створюючи ризики для бентосних організмів і риб.

Хронічне або масивне забруднення призводить до спрощення екосистемної структури, втрати чутливих видів, порушення біогеохімічних циклів та зниження здатності екосистеми до самоочищення. Це може спричинити довготривалі зміни гідроекологічного режиму, включно з евтрофікацією або, навпаки, заморними явищами.

Постановка проблеми. Метою роботи є дослідження закономірностей поширення хлору у водному середовищі та розробка математичної моделі прогнозування його концентрації після аварії. Завданнями дослідження є аналіз фізико-хімічних властивостей хлору, вивчення процесів розчинення, дифузії та конвекції у воді, а також оцінка можливих екологічних наслідків забруднення.

Методика досліджень. Аналіз наукових публікацій дозволяє виділити три основні напрями, що складають теоретичну базу для моделювання поширення хлору в річкових системах.

Фундаментальною основою для розрахунку переносу забруднюючих речовин залишається адвекційно-дисперсійне рівняння. Автори [2], у своєму огляді чисельних методів підкреслюють, що для річкових систем із високою швидкістю течії (як у нашому випадку) критично важливо правильно обрати чисельну схему, щоб уникнути «чисельної дифузії», яка може викривити результати прогнозу.

Питання турбулентної дисперсії детально досліджено у роботі [4]. Автори пропонують нові емпіричні формули для визначення коефіцієнта поздовжньої дисперсії, що базуються на геометрії русла. Їхні дослідження доводять, що саме турбулентне змішування, а не молекулярна дифузія, відіграє вирішальну роль у розтягуванні плями забруднення вздовж течії.

Оскільки хлор є реакційно здатною речовиною, його концентрація зменшується не лише через розведення, а й через хімічні взаємодії. Автори [1] фокусують увагу на кінетиці розпаду вільного хлору, вказуючи, що швидкість реакції суттєво залежить від початкового складу води. Задана у даній роботі швидкість корелює з даними роботи [3]. Зазначається, що наявність органічних речовин є основними каталізаторами споживання активного хлору, що призводить до утворення вторинних забруднювачів.

Для прогнозування наслідків раптових скидів особливу цінність має робота [5]. Автори розглядають інтегровані модулі «гідродинаміка + якість води», які дозволяють за лічені хвилини розрахувати час підходу токсичного піку до контрольних створів. Перспективи розвитку таких моделей представлені у дослідженні [8], де

пропонується використання алгоритмів машинного розрахунку для уточнення класичних дифузійних моделей у режимі реального часу. Це особливо актуально для нашого вікна моделювання, де інтервал розрахунків дозволяє гнучко коригувати прогноз залежно від зміни погодних або гідрологічних умов.

Дослідження [6], [7] адаптують глобальні моделі до специфіки річок України. Вони наголошують на важливості врахування антропогенного навантаження та фонового стану річок при розрахунку самоочисної здатності водних об'єктів, що є важливим для оцінки екологічних наслідків на ділянці моделювання.

Проте залишається потреба у більш детальному дослідженні впливу помірного рівня турбулентності на швидкість вертикального перемішування хлору в умовах мілководних річок, що і робить дану роботу актуальною.

Результати досліджень. *Постанова задачі*.

Відбувся аварійний скид хлорвмісної речовини у річку.Аварійний скид відбувся на відстані 3 км від початкової точки моделювання. Параметри події:

– об'єм скиду – 2000 л;
– тип джерела – миттєвий точковий викид;
– час аварії – 10:00.

Хлор активно реагує з органічними речовинами, амонійними сполуками, мікроорганізмами та розчиненим киснем. Це призводить до утворення хлорорганічних сполук і хлоритів, що мають токсичний вплив на біоту.

Поширення забруднювача залежить від морфометрії та гідродинаміки річки. У досліджуваному випадку параметри такі: ширина – 40 м; глибина – 3 м; швидкість течії – 1,2 м/с; витрата води – 180 м^3/с; довжина ділянки моделювання – 10 км.

Течія забезпечує переважно конвективний перенос розчиненого хлору вниз за течією. Дифузія та турбулентне перемішування сприяють розподілу забрудника у поперечному та вертикальному напрямках. До параметрів, що впливають на стійкість водної системи до хлорного забруднення, належать: температура води – 15 °С;вміст органічних речовин – 5 мг/л; розчинений кисень – 8 мг/л; кількість мікроорганізмів – 10^6 клітин/мл.

Органічні речовини та мікроорганізми виступають факторами хімічного та біотичного споживання хлору. Ці процеси знижують його концентрацію, але водночас можуть формувати токсичні побічні продукти.

Хлор – високореакційний елемент, який характеризується значною розчинністю у воді. Основні властивості, що впливають на його поведінку у водному середовищі: концентрація хлору в аварійному розчині – 300 мг/л; розчинність хлору у воді (при 25 °С) – 7,3 г/л; коефіцієнт дифузії – $1{,}6 \cdot 10^{-5}$ см^2/с; швидкість реакції з органічними речовинами – 0,5 моль/л/хв.

Математична модель задачі

Для прогнозування поширення хлору у річковому середовищі після аварійного миттєвого скиду використано одномірну модель переносу забруднювальної речовини, що базується на рівнянні конвекції–дифузії з урахуванням хімічного розкладу.

Процес зміни концентрації хлору у водному середовищі описується рівнянням:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u\frac{\partial C}{\partial x} = D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - kC,$$

де: C – концентрація хлору, мг/м^3; u – середня швидкість течії річки, м/с; D – коефіцієнт поздовжньої турбулентної дисперсії, м^2/с; k – константа хімічної деструкції хлору, с$^{-1}$.

Моделювання проводилось протягом 24 годин із часовим кроком 30 хвилин. Початкова умова – миттєвий викид хлорвмісної рідини.

$$C(x, t) = 0, \quad t < t_0;$$

$$C(x, t_0) = \frac{M}{A}\delta(x - x_0);$$

де M – загальна маса забруднюючої речовини; A – поперечний переріз річки; x_0 – координата місця аварійного скиду; $\delta(\cdot)$ – дельта-функція Дірака.

Проведемо покрокові розрахунки в рамках нашої моделі. Площа поперечного перерізу річки становить:

$$A = b \cdot h = 40 \cdot 3 = 120 \text{ м}^2.$$

Об'єм аварійного скиду дорівнює 2000 л (2 м^3), а концентрація хлору в розчині – 300 мг/л, що відповідає загальній масі:

$$M = 2000 \cdot 300 = 6 \cdot 10^5 \text{ мг}.$$

Коефіцієнт поздовжньої дисперсії визначено за емпіричною залежністю для природних руслових потоків:

$$D = 0{,}6 \cdot u \cdot h = 0{,}6 \cdot 1{,}2 \cdot 3 = 2{,}16 \text{ м}^2/\text{с}.$$

Зменшення концентрації хлору у водному середовищі зумовлене сукупною дією фізико-хімічних та біологічних процесів, до яких належать реакції з розчиненими органічними речовинами, амонійними сполуками, мікроорганізмами, а також взаємодія з розчиненим киснем. З огляду на складність повного опису кінетики зазначених процесів у межах інженерної моделі, їхній сумарний вплив враховано у вигляді ефективного коефіцієнта деструкції першого порядку.

Ефективний коефіцієнт деструкції k подано як суму окремих складових:

$$k = k_{org} + k_{bio} + k_{O_2},$$

де k_{org} характеризує хімічне споживання хлору органічними речовинами, k_{bio} – біотичне споживання мікроорганізмами, k_{O_2} – реакції з розчиненим киснем.

Хімічне споживання хлору органічними речовинами у воді часто описується кінетикою псевдопершого порядку, коли концентрація органічного субстрату змінюється повільніше порівняно з концентрацією активного хлору. У такому випадку відповідна складова коефіцієнта деструкції може бути подана у вигляді:

$$k_{org} = k_1 C_{org},$$

де C_{org} – концентрація розчинених органічних речовин, а k_1 – емпірична константа, що залежить від хімічного складу органіки та температури води.

Біотичне споживання хлору зумовлене його реакціями з клітинними оболонками мікроорганізмів та внутрішньоклітинними компонентами. За умови відносно стабільної чисельності мікробіоти на часовому інтервалі моделювання цей процес також може бути зведений до псевдопершого порядку:

$$k_{bio} = k_2 N,$$

де N – концентрація мікроорганізмів у воді, а k_2 – коефіцієнт, що узагальнює інтенсивність їх взаємодії з хлором.

Взаємодія хлору з розчиненим киснем зазвичай має менший внесок у загальний баланс, однак за достатньо високих концентрацій кисню може впливати на

швидкість зменшення концентрації активного хлору. Вклад цього процесу враховано співвідношенням:

$$k_{O_2} = k_3 C_{O_2},$$

де C_{O_2} – концентрація розчиненого кисню.

З урахуванням наведених чинників для заданих гідрохімічних та біологічних умов ефективний коефіцієнт деструкції було прийнято рівним

$$k = 0{,}03 \text{ хв}^{-1} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}.$$

Для миттєвого точкового джерела аналітичний розв'язок рівняння конвекції–дифузії має вигляд:

$$C(x,t) = \frac{M}{A\sqrt{4\pi Dt}} \exp\left(-\frac{(x - x_0 - ut)^2}{4Dt} - kt \right).$$

Даний вираз дозволяє визначити просторово-часовий розподіл концентрації хлору вздовж русла річки.

Спочатку проведемо часовий аналіз розподілу концентрації хлору. Максимальна концентрація у фіксованій точці спостерігається в момент проходження фронту забруднення, час якого визначається як:

$$t_{max} = \frac{x - x_0}{u}.$$

Для контрольної точки, розташованої на відстані 6 км від початку ділянки моделювання (тобто на 3 км нижче місця скиду), отримаємо $t_{max} = 42$ хв.

Підставлення цього значення у розв'язок дає максимальну концентрацію $C_{max} = 0{,}0065$ мг/л.

З рисунку 1 видно, що залежність концентрації хлору від часу розповсюдження має вигляд нормального розподілу. Отримані результати свідчать про імпульсний характер забруднення. Зі зміною фіксованої відстані від місця початку

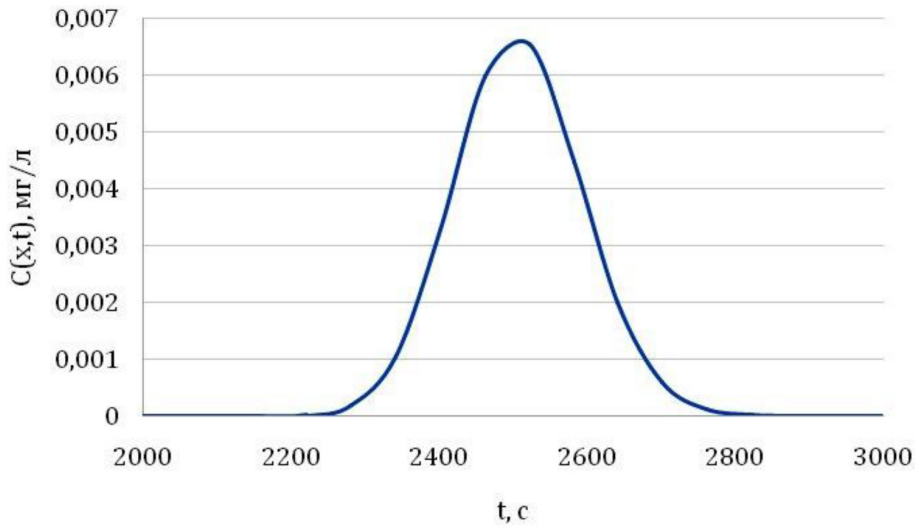


Рис. 1. Залежність концентрації хлору від часу розповсюдження для x = 6000 м

моделювання характер залежності не змінюється. У перші 1–2 години після аварії формується зона підвищених концентрацій, яка швидко зміщується вниз за течією. Подальше зниження концентрації відбувається внаслідок турбулентного розсіювання та хімічної деструкції хлору.

Для отримання просторово-часових розподілів концентрації хлору рівняння конвекції–дифузії з урахуванням хімічної деструкції розв'язувалося чисельно методом кінцевих різниць. Такий підхід дозволяє врахувати задані гідрологічні параметри, часову дискретизацію моделювання та особливості аварійного скиду.

Досліджувана ділянка річки довжиною L була розбита на рівномірну просторову сітку з кроком Δx. Часовий інтервал моделювання становив 24 години з часовим кроком $\Delta t = 30$ хвилин, що відповідає вимогам оперативного прогнозування аварійних ситуацій.

Координати вузлів сітки та часові шари задаються як: $x_i = i\Delta x$, $i = 0, 1, \ldots, N$, $t^n = n\Delta t$, $n = 0,1, \ldots, M$.

Концентрація хлору у вузлі сітки позначається як $C_i^n = C(x_i, t^n)$. .

Для чисельного розв'язання використано явно-неявну схему, що поєднує стійкість і обчислювальну простоту. Конвективний член апроксимовано односторонньою різницею першого порядку, дифузійний – центральною різницею другого порядку, а реакційний член – неявно.

Різницева форма рівняння має вигляд:

$$\frac{C_i^{n+1} - C_i^n}{\Delta t} + u\frac{C_i^n - C_{i-1}^n}{\Delta x} = D\frac{C_{i+1}^n - 2C_i^n + C_{i-1}^n}{(\Delta x)^2} - kC_i^{n+1}.$$

Звідси явний вираз для обчислення концентрації на наступному часовому кроці:

$$C_i^{n+1} = \frac{C_i^n - \frac{u\Delta t}{\Delta x}\left(C_i^n - C_{i-1}^n\right) + \frac{D\Delta t}{(\Delta x)^2}\left(C_{i+1}^n - 2C_i^n + C_{i-1}^n\right)}{1 + k\Delta t}.$$

Такий запис дозволяє явно врахувати перенесення та розсіювання і водночас уникнути нестійкості, пов'язаної з жорсткістю реакційного члена.

Миттєвий точковий скид реалізується шляхом задавання початкової концентрації у вузлі, найближчому до координати аварійного скиду x_0:

$$C_i^0 = \begin{cases} \dfrac{M}{A\Delta x}, x_i \approx x_0 \\ 0, \text{ в інших вузлах} \end{cases}.$$

На верхній границі ділянки моделювання задається умова відсутності забруднення: $C(0, t) = 0$, тоді як на нижній границі використовується умова вільного виносу (нульовий градієнт):

$$\left.\frac{\partial C}{\partial x}\right|_{x=L} = 0,$$

що в різницевій формі записується як:

$$C_N^n = C_{N-1}^n.$$

Для забезпечення стійкості та коректності чисельного розв'язку виконувались умови Куранта та дифузійної стійкості:

1.py - C:/Users/user/AppData/Local/Programs/Python/Python313/1.py (3.13.0)

File Edit Format Run Options Window Help

```
import matplotlib.pyplot as plt
import math
# 1. Геометрія та гідродинаміка
L = 10000.0             # довжина ділянки, м
b = 40.0                # ширина річки, м
h = 3.0                 # глибина, м
A = b * h               # площа перерізу, м^2
u = 1.2                 # швидкість течії, м/с
# Дисперсія та деструкція
D = 2.16                # коефіцієнт дисперсії, м^2/с
k = 5e-4                # коефіцієнт деструкції, 1/с
# Аварійний скид
V = 2.0                 # об'єм скиду, м^3
C0 = 300000.0           # концентрація, мг/м^3 (300 мг/л)
M = V * C0              # маса хлору, мг
x0 = 3000.0             # координата скиду, м
# 2. Чисельна сітка
dx = 100.0              # просторовий крок, м
dt = 1800.0             # часовий крок, с (30 хв)
Nx = int(L / dx) + 1
Nt = int(24 * 3600 / dt)
x = [i * dx for i in range(Nx)]
Co = u * dt / dx
Fo = D * dt / dx**2
print("Courant number Co =", round(Co, 2))
print("Fourier number Fo =", round(Fo, 2))
# 3. Початкові умови
C = [0.0 for _ in range(Nx)]
# реалізація миттєвого точкового скиду
i0 = int(x0 / dx)
C[i0] = M / (A * dx)
C_history = []
C_history.append(C[:])
for n in range(Nt):
    C_new = C[:]
    for i in range(1, Nx - 1):
        adv = -u * (C[i] - C[i - 1]) / dx
        diff = D * (C[i + 1] - 2 * C[i] + C[i - 1]) / dx**2
        C_new[i] = (C[i] + dt * (adv + diff)) / (1 + k * dt)
            if C_new[i] < 0.0:
            C_new[i] = 0.0
    # граничні умови
    C_new[0] = 0.0              # вхідний створ
    C_new[-1] = C_new[-2]       # вільний винос
    C = C_new
    C_history.append(C[:])
# 5. Побудова графіків
plt.figure(figsize=(9, 5))
hours = [0.5, 1, 2, 4, 8, 12, 24]
for hour in hours:
    n = int(hour * 3600 / dt)
    C_plot = [c / 1000.0 for c in C_history[n]]  # мг/л
    plt.plot([xi / 1000.0 for xi in x], C_plot, label=f"{hour} год")
plt.xlabel("Відстань, км")
plt.ylabel("Концентрація, мг/л")
plt.title("Поширення хлору після аварійного скиду")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Рис. 2. Алгоритм розрахунку

$$C_0 = \frac{u\Delta t}{\Delta x} \le 1,$$
$$F_0 = \frac{D\Delta t}{(\Delta x)^2} \le \frac{1}{2}.$$

Чисельний розрахунок методом кінцевих різниць являє собою достатньо складну задачу.

Для спрощення розрахунків нами була створена програма на Python.

Алгоритм розрахунку наведено на рисунку 2.

Чисельна схема дозволяє відтворити формування та еволюцію хвилі забруднення, її переміщення вниз за течією та поступове зменшення пікових концентрацій.

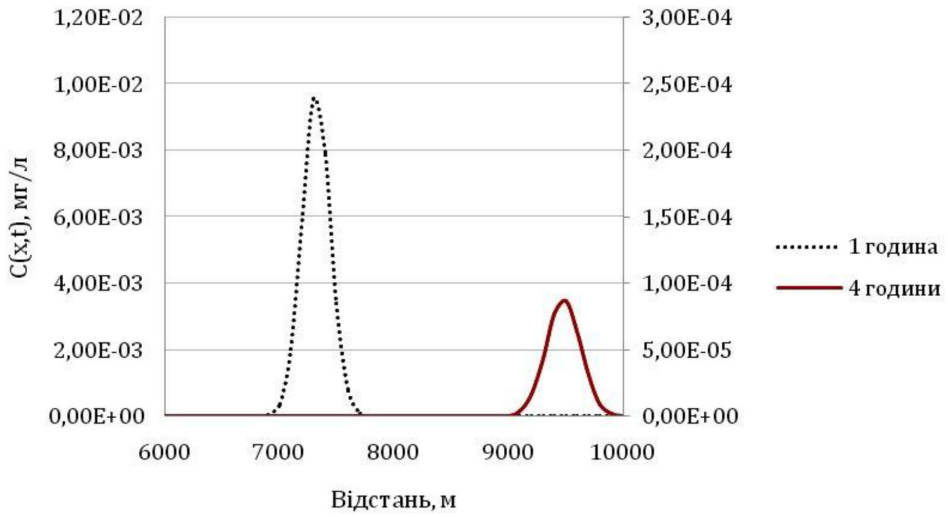


Рис. 3. Еволюція плями хлорного забруднення у часі

З рис. 3 видно просторову еволюцію плями хлорного забруднення у різні моменти часу після аварійного скиду. Через 1 годину після аварії формується компактна зона підвищених концентрацій із чітко вираженим максимумом, локалізованим поблизу положення, визначеного конвективним переносом зі швидкістю течії. Через 4 години максимум концентрації зміщується далі вниз за течією, при цьому його величина суттєво зменшується, а просторова ширина плями зростає. Це свідчить про домінування турбулентної дисперсії, яка призводить до розтягування імпульсу забруднення вздовж русла. На момент 12 годин після аварії пікові концентрації зменшуються більш, ніж на декілька порядків, а просторова аномалія стає слабко вираженою. Така поведінка обумовлена сумарною дією дифузійного розсіювання та хімічної деструкції хлору, що підтверджує ефективність природних процесів самоочищення річкової системи за умов одноразового скиду.

Отримані результати узгоджуються з аналітичним розв'язком для миттєвого джерела і підтверджують коректність чисельної реалізації.

Наслідки такого аварійного скиду можуть полягати у:

– загибель фітопланктону та зоопланктону;
– порушення мікробіологічного балансу;

– пригнічення процесів самоочищення;
– токсичний вплив на рибу та безхребетних;
– утворення вторинних хлорорганічних сполук.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У результаті проведеного аналізу встановлено, що поширення хлору в річковому середовищі визначається гідродинамічними, фізико-хімічними та біологічними факторами. Хлор швидко розчиняється та переноситься течією, але інтенсивно реагує з органічними речовинами та мікроорганізмами.

Модель на основі рівняння конвекції-дифузії дозволяє спрогнозувати концентрацію речовини забруднення в різних точках річки та оцінити екологічні наслідки.

Розрахунки виконано на основі рівняння конвекції-дифузії з урахуванням хімічного розкладу хлору.

При чисельному моделюванні процесів переносу та трансформації хлору в річковій системі отримано просторово-часові розподіли концентрації забруднювача після аварійного скиду.

Аналіз просторових профілів концентрації показав, що в перші години після аварії формується чітко виражена зона підвищених концентрацій, максимум якої зміщується вниз за течією зі швидкістю потоку.

Це підтверджує домінуючу роль конвективного переносу у річках з помірною та високою швидкістю течії.

З часом спостерігається розширення плями забруднення внаслідок дифузії та турбулентного перемішування, а також зменшення пікових концентрацій через хімічну деструкцію хлору та його взаємодію з органічними речовинами.

Через 12 годин після аварійного скиду концентрації хлору значно зменшуються на всій досліджуваній ділянці, а через 24 години вони наближаються до фонових значень. Це свідчить про ефективну роль природних процесів самоочищення річкової системи за умови одноразового скиду та відсутності повторного надходження забруднювача.

Аналіз часової динаміки концентрації у фіксованій контрольній точці (6 км від початку ділянки) показав імпульсний характер забруднення.

Максимальна концентрація фіксується у момент проходження хвилі забруднення, після чого відбувається різке зниження її рівня.

Така поведінка є типовою для аварійних скидів миттєвого типу та свідчить про відносно короткочасний, але потенційно небезпечний вплив на гідробіонти.

Отримані результати підтверджують, що найбільшу екологічну загрозу хлорне забруднення становить у перші години після аварії, коли концентрації можуть перевищувати гранично допустимі значення.

У подальшому ризики зменшуються, однак можливе утворення вторинних хлорорганічних сполук може зумовлювати довготривалий негативний вплив на водну екосистему.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Samim Obaid et al. Modelling free residual chlorine decay in water distribution and aquatic systems using smart monitoring data. *Journal of Water Process Engineering*. 2022. Vol. 48. 102831. DOI: https://doi.org/10.1007/s13762-025-06378-5

2. Kachiashvili K. J. et al. Modeling and Simulation of Pollutants Transport in Rivers. Applied Mathematical Modelling. 31(7). P. 1371–1396. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apm.2006.02.015

3. Zhang L. et al. Modelling chlorine residuals in drinking water: a review. International journal of Environmental Science and Technology. 2022. 19(4). P. 11613–11630. DOI: https://doi.org/10.1007/s13762-022-03924-3

4. Li X., Dong Z. Turbulent dispersion and mixing. Environmental Hydraulics of Open Channel Flows. 2004. DOI: https://doi.org/ 10.1016/B978-075066165-2.50039-4

5. Kondratiev S. et al. Quantitative design of emergency monitoring network for river chemical spills based on discrete entropy theory. Water Research. 2018. Vol. 134. P. 140–152. DOI: https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.01.057

6. N. S. Loboda, Y. V. Bozhok Water resources of Ukraine in the XXI century under climate change scenarios (RCP4.5 AND RCP8.5). Український гідрометеорологічний журнал. 2016. № 17. С. 114–122. DOI: https://doi.org/10.31481/uhmj.17.2016.13

7. T. Trysnyuk. Mobile environmental monitoring system of the dniester: modeling of technical system of hydro resources and extreme floods. Екологічна безпека та природокористування, № 2 (38), 2021. С. 121–128. DOI:10.32347/2411-4049.2021.2. 121–128.

8. H. D. Lim et al. Application of turbulent diffusivity models to point-source dispersion in outdoor and indoor flows. *International Journal of Heat and Fluid Flow*. 2025. Vol. 115. 109833. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijheatfluidflow.2025.109833

Дата першого надходження статті до видання: 26.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

УДК 628.16:543.422:664
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.49

ОЦІНКА РІВНЯ МІГРАЦІЇ СВИНЦЮ З ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ У ПИТНУ ВОДУ МЕТОДОМ АТОМНО-АДСОРБЦІЙНОГО АНАЛІЗУ

Ямборак Р. С. *– к.геогр.н.,*
доцент кафедри хімії,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0003-1865-9308
Крачан Т. М. *– к.х.н.,*
завідувач кафедри хімії,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0002-0618-4483

У статті висвітлено актуальну науково-практичну проблему забезпечення хімічної безпеки води, яка використовується як основна сировина та технологічний компонент на підприємствах харчової промисловості малого бізнесу, а також у закладах ресторанного господарства. Акцентовано увагу на тому, що традиційні системи контролю якості часто ігнорують ризики вторинного забруднення води важкими металами безпосередньо у внутрішніх розподільчих мережах («на останньому метрі»), де часто порушуються норми вибору конструкційних матеріалів.

Метою роботи є експериментальна оцінка впливу абіотичних факторів (інтенсивного ультрафіолетового випромінювання та високої температури навколишнього середовища) на кінетику міграції токсичних сполук свинцю з труб на основі непластифікованого полівінілхлориду (НПВХ) технічного призначення у питну воду.

Методологія. Дослідження проводилося із застосуванням інструментального методу полуменевої атомно-абсорбційної спектроскопії (ААС) у полум'ї ацетилен-повітря на аналітичній лінії 283,3 нм. Для нівелювання матричних впливів та переведення металів у розчинний стан використовувалася пробопідготовка методом кислотної мінералізації (HNO_3). Застосовано диференційну схему відбору проб, яка передбачала порівняльний аналіз води безпосередньо з артезіанської свердловини (контрольний зразок) та води, відібраної з кінцевої точки споживання після контакту з сірою ПВХ-трубою.

Результати. Експериментально підтверджено факт інтенсивної міграції іонів свинцю з полівінілхлоридних труб технічного призначення у питну воду. Лабораторний моніторинг зафіксував зростання концентрації свинцю з фонових значень (< 0,005 мг/дм^3) до рівня 0,023 мг/дм^3. Встановлено перевищення гранично допустимої концентрації (ГДК), регламентованої ДСанПіН 2.2.4-171-10, у 2,3 рази в умовах літньої експлуатації зовнішнього водопроводу при стагнації води протягом 3 годин. Доведено, що основними факторами інтенсифікації забруднення є синергетична дія прямого сонячного випромінювання, що викликає фотодеструкцію («крейдування») поверхневого шару полімеру, та термічної екстракції термостабілізаторів у водне середовище.

Практичне значення. Показано, що стандартний екологічний моніторинг джерела водопостачання не відображає реальних ризиків для споживача харчової продукції, оскільки контамінація відбувається на етапі транспортування. Запропоновано комплекс заходів для удосконалення системи управління безпечністю харчових продуктів (HACCP), зокрема включення верифікації матеріалів інженерних мереж до програм-передумов (PRP) та впровадження обов'язкових протоколів промивання системи перед початком технологічного циклу.

Ключові слова: *харчова безпека, питна вода, свинець, ААС, фотодеструкція ПВХ, HACCP, вторинне забруднення.*

© Ямборак Р. С., Крачан Т. М., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Yamborak R. S., Krachan T. M. Assessment of Lead Migration Levels from Polymer Pipes into Drinking Water via Atomic Absorption Analysis

The article addresses the urgent scientific and practical problem of ensuring the chemical safety of water used as a primary raw material and technological component in small-scale food industry enterprises and restaurant business establishments (HoReCa). It is emphasized that traditional quality control systems often overlook the risks of secondary water contamination with heavy metals directly within internal distribution networks («the last meter»), where standards for the selection of construction materials are frequently violated.

***The aim of the work** is the experimental evaluation of the influence of abiotic factors (intense ultraviolet radiation and high ambient temperature) on the kinetics of toxic lead compound migration from technical-grade unplasticized polyvinyl chloride (PVC-U) pipes into drinking water.*

***Methodology.** The study was conducted using the instrumental method of Flame Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) in an acetylene-air flame at the analytical line of 283.3 nm. To eliminate matrix effects and convert metals into a soluble state, sample preparation using acid mineralization (HNO_3) was employed. A differential sampling scheme was applied, which involved a comparative analysis of water directly from an artesian well (control sample) and water sampled from the final point of consumption after contact with a grey PVC pipe.*

***Results.** The fact of intensive migration of lead ions from technical-grade polyvinyl chloride pipes into drinking water was experimentally confirmed. Laboratory monitoring recorded an increase in lead concentration from background values (< 0.005 mg/dm^3) to a level of 0.023 mg/dm^3. An excess of the Maximum Permissible Concentration (MPC), regulated by DSanPiN 2.2.4-171-10, by 2.3 times was established under conditions of summer operation of an external water pipeline with water stagnation for 3 hours. It is proven that the main factors intensifying contamination are the synergistic effect of direct solar radiation, which causes photodegradation ("chalking") of the polymer surface layer, and thermal extraction of thermal stabilizers into the aqueous medium.*

***Practical value.** It is demonstrated that standard environmental monitoring of the water supply source does not reflect real risks for the food consumer, as contamination occurs at the transportation stage. A set of measures for improving the Food Safety Management System (HACCP) is proposed, specifically the inclusion of engineering network material verification in Prerequisite Programs (PRPs) and the implementation of mandatory system flushing protocols before the start of the technological cycle.*

***Key words:** food safety, drinking water, lead contamination, AAS, PVC degradation, HACCP, secondary pollution.*

Актуальність теми дослідження. Вода є одним із найважливіших стратегічних ресурсів у харчовій промисловості, виконуючи функції як технологічного середовища, так і основного рецептурного компонента. У виробництві напоїв, відновленні фруктових соків із концентратів, приготуванні сиропів, розсолів та маринадів вода складає від 80 % до 99 % маси готового продукту. Крім того, значні об'єми води використовуються для первинної обробки рослинної сировини (миття овочів, фруктів), бланшування, а також санітарної обробки обладнання. Враховуючи високу розчинну здатність води, її хімічний склад безпосередньо впливає на органолептичні показники, стійкість продукції при зберіганні та, насамперед, на її безпечність для споживача. Згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 та європейського законодавства, вода, що використовується для технологічних потреб харчових підприємств, повинна відповідати стандартам на питну воду [1].

Постановка проблеми. Традиційний підхід до контролю якості води на підприємствах малого бізнесу та в закладах ресторанного господарства (HoReCa) часто обмежується моніторингом джерела водопостачання (свердловини або централізованої мережі). Однак, поза увагою залишається ризик вторинного забруднення води під час її транспортування внутрішніми комунікаціями [2]. Особливу загрозу становить використання у локальних водопроводах труб з непластифікованого полівінілхлориду (НПВХ) технічного призначення, які не мають гігієнічної сертифікації для контакту з харчовими продуктами. Відомо, що до складу

таких полімерів можуть входити термостабілізатори на основі солей плюмбуму (Pb). Під дією абіотичних факторів – зокрема, ультрафіолетового випромінювання та температурних коливань – можлива деструкція полімерної матриці та міграція іонів важких металів у водне середовище [3, 4].

Методика досліджень. Метою роботи є дослідження ризиків міграції свинцю з несертифікованих полімерних труб у воду під дією сонячного випромінювання методом атомно-абсорбційної спектроскопії (ААС), а також обґрунтування необхідності включення моніторингу матеріалів водорозподільчих мереж як критичної точки контролю (КТК) або програми-передумови (PRP) в систему HACCP.

Матеріали та методи дослідження. Експериментальні дослідження проводилися на базі навчальної лабораторії кафедри хімії. Об'єктом дослідження була вода з підземного джерела (артезіанська свердловина глибиною 65 м), яка використовується для технологічних потреб харчового виробництва і повинна відповідати вимогам до питної води [1]. Подача води здійснювалася через зовнішній трубопровід довжиною 15 метрів. Як конструкційний матеріал досліджуваної ділянки трубопроводу використано труби з непластифікованого полівінілхлориду (НПВХ/PVC-U) діаметром 32 мм, сірого кольору, що класифікуються як технічні та не мають маркування «для питної води». Трубопровід прокладено відкритим способом і він піддавався прямому впливу сонячної інсоляції.

Схема відбору проб. Для отримання репрезентативних даних застосовано метод порівняльного аналізу за принципом «до» і «після»: 1) Точка А (Контроль): Проба відбиралася безпосередньо на виході насосної станції, минаючи полімерну ділянку мережі. 2) Точка Б (Експеримент): Проба відбиралася з кінцевого крана-змішувача після проходження води через досліджувану ділянку труби. Відбір проводився в період пікового сонячного навантаження (14:00) після примусової стагнації води в системі протягом трьох годин. Температура навколишнього середовища становила +28 °C, температура поверхні труби (виміряна пірометром) досягала +55 °C.

Аналітична процедура. Відбір проб здійснювався у хімічно інертні поліетиленові ємності об'ємом 1,0 дм^3. Для запобігання адсорбції іонів металів на стінках посуду та гідролізу проби негайно консервували додаванням концентрованої нітратної кислоти (HNO_3 кваліфікації «ос.ч.») до досягнення pH < 2. Визначення концентрації свинцю проводили методом полуменевої атомно-абсорбційної спектрометрії (ААС) із використанням лабораторного спектрофотометра, оснащеного системою електротермічного підпалу та лампою з порожнистим катодом [5].

Умови атомізації: Полум'я ацетилен–повітря (окиснювального типу); Аналітична лінія: Резонансна лінія свинцю 283,3 нм; Джерело випромінювання: Лампа з порожнистим катодом (ЛПК); Ширина спектральної щілини: 0,5 нм. Градуювання приладу виконували за серією стандартних розчинів, виготовлених на основі Державного стандартного зразка (ДСЗ) складу розчину іонів плюмбуму. Статистичну обробку результатів здійснювали шляхом розрахунку середнього арифметичного значення з трьох паралельних вимірювань ($n = 3$, $P = 0,95$).

Результати досліджень. Результати спектрального аналізу представлено в таблиці 1.

Аналіз отриманих даних свідчить про критичну різницю в показниках якості води. Відсутність свинцю в контрольній пробі підтверджує, що водоносний горизонт є чистим. Натомість, у пробі, що контактувала з нагрітою ПВХ-трубою, зафіксовано перевищення гранично допустимої концентрації у 2,3 рази.

Таблиця 1

Вміст свинцю (Pb) у досліджуваних зразках води

№ з/п	Характеристика проби	Умови відбору	Вміст Pb, мг/дм^3	ГДК [1]
1	Контроль (Свердловина)	Проточна холодна вода	< 0,005 (не виявлено)	0,01
2	Експеримент (Після труби)	Стагнація 3 год., нагрів на сонці	0,023	0,01

Механізм контамінації. Зафіксоване зростання концентрації свинцю до 0,023 мг/дм^3 пояснюється комплексною дією абіотичних факторів на полімерну матрицю. НПВХ є термопластичним полімером, який за своєю природою є нестабільним до дії тепла та світла. Для запобігання його розкладанню при екструзії труб виробники додають термостабілізатори. У дешевих технічних трубах (сірого кольору) найчастіше використовуються сполуки плюмбуму (сульфати, стеарати) через їх низьку вартість та високу ефективність [7].

Аналіз механізму деструкції. Як свідчать узагальнені дані таблиці 2, першопричиною забруднення є поглинання енергії ультрафіолетового випромінювання хромофорними групами полімеру. Це ініціює автокаталітичну реакцію дегідрохлорування, що призводить до руйнування полімерної сітки на молекулярному рівні. Макроскопічним наслідком цього процесу є явище «крейдування» – утворення на поверхні труби крихкого шару, насиченого хлоридом плюмбуму ($PbCl_2$), який втратив зв'язок із полімерною матрицею [4]. Вирішальним фактором для безпеки споживача є етап екстракції. Висока температура води (внаслідок сонячного нагріву труби) виступає кінетичним фактором, що експоненціально збільшує розчинність солей плюмбуму та швидкість їх дифузії у водне середовище [6]. Таким чином, поєднання фотодеструкції (руйнування бар'єру) та термічної екстракції (вимивання) створює умови для інтенсивного вторинного забруднення води. Деталізований механізм деструкції та міграції токсикантів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Механізм деструкції поверхневого шару НПВХ під дією абіотичних факторів

Етап процесу	Фактор впливу	Фізико-хімічні зміни	Наслідки для безпеки води
1. Фотоліз	УФ-випромінювання (Сонце)	Розрив зв'язків C-Cl, реакція дегідрохлорування (відщеплення HCl)	Руйнування полімерної матриці, втрата бар'єрних властивостей
2. Окиснення	Кисень повітря (O_2)	Утворення карбонільних груп, поява мікротріщин на поверхні	Підвищення шорсткості поверхні труби
3. «Крейдування»	Комплексна дія	Міграція наповнювачів та пігментів на поверхню (білий наліт)	Вивільнення зв'язаних солей плюмбуму ($PbCl_2$)
4. Екстракція	Температура води (>25 ºC)	Розчинення солей плюмбуму у воді	Вторинне забруднення води свинцем

Практичні рекомендації (Аспект HACCP). На основі отриманих даних розроблено рекомендації для інтеграції в системи управління безпечністю харчових продуктів (HACCP) для малих підприємств: Посилення вхідного контролю матеріалів (Інфраструктура). При оцінюванні ризиків на етапі створення програм-передумов (PRP) необхідно включити вимогу щодо верифікації матеріалів трубопроводів [7]. Забороняється використання труб із НПВХ технічного призначення (маркування сірого кольору) у мережах питного водопостачання. Допускається використання лише сертифікованих труб (HDPE, PPR) із маркуванням «Питна вода». 2. Керування технологічним процесом (Протокол «Першого зливу»). Для об'єктів, де заміна комунікацій технічно неможлива, необхідно впровадити процедуру обов'язкового зливу води («flushing») після перерв у водозаборі. Злив води повинен здійснюватися до моменту стабілізації її температури на рівні температури джерела. 3. Періодична верифікація безпечності. Лабораторний моніторинг якості води (Pb, Cd) методом ААС рекомендовано проводити не рідше одного разу на рік [8]. Відбір проб повинен здійснюватися безпосередньо з «точки споживання» (виробничий кран), а не з джерела.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Експериментально підтверджено факт міграції іонів плюмбуму з непластифікованих полівінілхлоридних труб технічного призначення у питну воду. Встановлено, що в умовах літньої експлуатації зовнішнього водопроводу при стагнації води протягом 3 годин концентрація свинцю зростає з фонових значень (<0,005 мг/дм^3) до 0,023 мг/дм^3, що у 2,3 рази перевищує гранично допустиму концентрацію, встановлену ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Доведено, що критичними факторами інтенсифікації хімічного забруднення є синергетична дія прямого ультрафіолетового випромінювання та високої температури. Ультрафіолет спричиняє фотодеструкцію поверхневого шару полімеру («крейдування»), а нагрів води прискорює дифузію вивільнених стабілізаторів.

Показано, що стандартний екологічний моніторинг джерела водопостачання не відображає реальних ризиків для безпечності харчової продукції, оскільки забруднення відбувається на етапі транспортування.

Обґрунтовано необхідність удосконалення системи HACCP для малих підприємств. Запропоновано включити верифікацію матеріалів водопровідних мереж до програм-передумов (PRP) та впровадити обов'язкові протоколи промивання системи перед початком виробничого циклу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10 / Міністерство охорони здоров'я України. Київ, 2010. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10 (дата звернення: 10.01.2026).

2. Григоренко О. М., Петрук Р. В. Оцінка ризиків вторинного забруднення питної води в розподільчих мережах. Екологічна безпека та природокористування. 2021. № 4 (40). С. 25–34. DOI: https://doi.org/10.32347/2411-4049.2021.4.25-34

3. Guidelines for drinking-water quality. 4th ed. incorporating the 1st and 2nd addenda / World Health Organization. Geneva : WHO, 2022. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064 (date of access: 10.01.2026).

4. Zhang Y., Liu X., Wang J. Release of lead and other heavy metals from polyvinyl chloride (PVC) pipes under UV irradiation and chlorination. Water Research. 2020. Vol. 186. Art. 116345. DOI: https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116345

5. Войціцький В. М., Хижняк С. В., Корнієнко В. І. та ін. Атомна спектрометрія – пріоритетний метод визначення важких металів у довкіллі та сіль-

ськогосподарській продукції. Екологічні науки. 2022. № 5 (44). С. 29–35. URL: https://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/5/4.pdf (дата звернення: 10.01.2026).

6. Al-Naimi I. S., Al-Ghezi R. Impact of temperature and storage time on the migration of lead from uPVC pipes into drinking water. Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1973. Art. 012154. DOI: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1973/1/012154

7. Srivastava A., Singh P. Hazards of heavy metal migration from plastic food packaging and water distribution systems: A review. Environmental Chemistry Letters. 2023. Vol. 21. P. 1345–1367. DOI: https://doi.org/10.1007/s10311-023-01508-6

8. Директива (EU) 2020/2184 щодо якості води, призначеної для споживання людиною (перероблена) / Європейський Парламент та Рада Європейського Союзу. Official Journal of the European Union. 2020. L 435. P. 1–62. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj (дата звернення: 10.01.2026).

Дата першого надходження статті до видання: 29.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Алєксєєв О. О. 382
Василенко А. О. 218
Врадій О. І. 382
Герасько Т. В. 31
Германович О. М. 382
Глянцев А. В. 218
Головань Л. В. 415
Гончаров А. В. 160
Грабовецька О. А. 138
Денисенко А. В. 174
Диня В. І. 77
Дребот О. В. 331
Запорожченко В. Ю. 425
Іщук О. В. 312
Карась І. Ф. 331
Клєцков О. М. 425
Клименко І. В. 415
Клименко Т. М. 331
Ковальова С. П. 405
Коваль Т. В. 305
Ковальчук І. І. 312
Кожухівський Р. М. 168
Колесник Р. Р. 372
Коляда О. В. 415
Коткова Т. М. 331
Крачан Т. М. 436
Кудрик А. П. 331
Куземський В. М. 353
Куриленко Ю. Ф. 289
Куріненко Г. А. 372
Куртєв К. К. 3
Ласло О. О. 345
Леньков Л. Г. 281
Лихач А. В. 281
Лихач В. Я. 281
Лозінська Т. П. 13
Любич В. В. 24
Макарчук Б. М. 31
Мамченко В. Ю. 312
Марковська О. Є. 40
Мешко Р. Г. 50
Мирошниченко Д. М. 64
Михайлин В. І. 201
Михайлюк Д. В. 153
Мулярчук О. І. 70
Нахтман Є. В. 107
Небаба К. С. 77
Недашківський В. М. 289
Ніколова С. О. 363
Очкала М. М. 40
Палазюк Б. О. 99
Паламарчук В. Д. 107
Паламарчук І. І. 114
Панцирева Г. В. 124
Панченко Т. В. 13
Петренко С. О. 138
Піддубна А. М. 146
Піковський М. Й. 64
Піхоцький В. А. 124
Поздняков В. Ю. 138
Позняковський Ю. В. 289
Поліщук Л. М. 363
Почукалін А. Є. 297
Правдива Л. А. 153
Приймак В. В. 372
Приліпко Т. М. 305
Присяжнюк О. В. 114
Разанов С. Ф. 382
Ревтьо О. Я. 160
Римарук П. В. 394
Саблук В. Т. 168
Савчук І. М. 405
Сахно В. М. 425
Світельський М. М. 312
Сироватка Д. А. 372
Сіренко А. Г. 394
Скидан В. О. 218
Слюсар М. В. 312
Сутик О. В. 24
Ткаліч Ю. І. 174
Ткачук В. П. 320
Ткачук О. П. 353

Урсал В. В. 186
Ходос Т. А. 186
Цап С. В. 289
Цюк Ю. В. 194
Чаюк О. О. 201
Черешнюк В. В. 209
Чернишенко П. В. 218
Чумак Е. Л. 201
Чуприна Ю. Ю. 415
Шапошнік В. М. 281
Шевченко Л. М. 218
Шевченко Н. В. 227
Шуляр А. Л. 320
Щербаков О. Ю. 273
Щербина І. В. 425
Юрченко С. О. 99
Ямборак Р. С. 436
Ярчук І. І. 50
Horiainova V. V. 85
Mynkina H. O. 57
Noskov O. S. 85
Shepel A. V. 236
Shyshkin B. M. 245
Stankevych S. V. 85

ЗМІСТ

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО 3

Куртєв К. К. Продуктивність соняшника залежно від інноваційних систем обробітку ґрунту та технології вирощування 3

Лозінська Т. П., Панченко Т. В. Оптимізація елементів вирощування пшениці м'якої ярої в агрокліматичних умовах Лісостепу України 13

Любич В. В., Сутик О. В. Урожайність і вміст білка в зерні кукурудзи за різних способів удобрення 24

Макарчук Б. М., Гераська Т. В. Вплив припосівного локального внесення біочару, сапропелю і біогумусу на тривалість фаз вегетації ячменю ярого за органічної технології вирощування у Лісостепу України 31

Марковська О. Є., Очкала М. М. Урожайність гібридів соняшнику залежно від систем фунгіцидного захисту в умовах Північного Степу України 40

Мешко Р. Г., Ярчук І. І. Полікомпонентні препарати на пшениці озимій 50

Mynkina H. O. Dynamics of growth processes of winter wheat varieties under different nutrition backgrounds and weather conditions of the year in Southern Ukraine 57

Мирошниченко Д. М., Піковський М. Й. Застосування фунгіцидів проти чорної плямистості троянд 64

Мулярчук О. І. Вплив сорту та густоти рослин на урожайність та біохімічний склад зерна гороху овочевого в умовах Лісостепу Західного 70

Небаба К. С., Диня В. І. Формування асиміляційної поверхні гороху під впливом біопрепаратів умовах Правобережного Лісостепу України 77

Noskov O. S., Horiainova V. V., Stankevych S. V. Monitoring the prevelence and development of major tomato diseases in protected cultivation 85

Олійник Ю. А., Хоміна В. Я. Показники якості зерна різностиглих сортів сої залежно від технологічних факторів 93

Палазюк Б. О., Юрченко С. О. Економічна ефективність біостимуляторів у технології вирощування пшениці озимої в умовах Лівобережного Лісостепу України 99

Паламарчук В. Д., Нахтман Є. В. Оцінка впливу кореляційних залежностей між продуктивністю моркви та комплексом господарсько-цінних ознак 107

Паламарчук І. І., Присяжнюк О. В. Формування продуктивності баклажана залежно від строків висаджування розсади 114

Панцирева Г. В., Піхоцький В. А. Ефективність використання біопрепаратів у технологіях вирощування коренеплодів буряка столового 124

Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М. Вплив густоти стояння рослин на продуктивність соняшнику 131

Петренко С. О., Поздняков В. Ю. Вплив біостимуляторів та суспензій мікроводоростей на посівні якості коріандру посівного (Coriandrum sativum L.) .. 138

Піддубна А. М. Оцінка декоративного потенціалу овочевих культур у ландшафтному дизайні (листяні, плодові та пряно-ароматичні групи) 146

Правдива Л. А., Михайлюк Д. В. Фотосинтетична продуктивність пшениці озимої залежно від норм висіву насіння та біопрепаратів в умовах Правобережного Лісостепу України 153

Ревтьо О. Я., Гончаров А. В. Урожайність clearfield-гібридів соняшнику залежно від системи обробітку ґрунту та ширини міжряддя 160

Саблук В. Т., Кожухівський Р. М. Вплив біопрепарату мікофренд на врожайність і якісні показники насіння соняшнику 168

Ткаліч Ю. І., Денисенко А. В. Ефективність прикореневих підживлень пшениці озимої за технологією CULTAN в Північному Степу 174

Урсал В. В., Ходос Т. А. Біологічний контроль основних хвороб огірка в умовах захищеного ґрунту 186

Цюк Ю. В. Вплив основного обробітку грунту на поживний режим чорнозему типового за вирощування соняшника 194

Чаюк О. О., Михайлин В. І., Чумак Е. Л. Ефективність біопрепаратів проти розвитку бавовникової совки в посівах томата в умовах відкритого грунту 201

Черешнюк В. В. Вплив симбіотичної активності бактерій на врожайність насіння сої 209

Чернишенко П. В., Василенко А. О., Скидан В. О., Шевченко Л. М., Глянцев А. В. Оцінка селекційного матеріалу сої за рівнем адаптивності до абіотичних факторів 218

Шевченко Н. В. Урожайність та якість зерна кукурудзи залежно від удобрення 227

Shepel A. V. The effect of irrigation method and row spacing on yield and economic efficiency of muscat pumpkin (cucurbita moschata) cultivation in Southern Ukraine 236

Shyshkin B. M. Screening of common maize hybrids for resistance to major diseases 245

Щербаков О. Ю. Вплив біостимуляторів групи «Zinovii» на продуктивність кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу України 273

ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ 281

Леньков Л. Г., Лихач В. Я., Лихач А. В., Шапошнік В. М. Ефективність удосконаленого способу знезараження системи водонапування у свинарстві та його вплив на продуктивність відгодівельного молодняку 281

Позняковський Ю. В., Куриленко Ю. Ф., Недашківський В. М., Цап С. В. Інноваційні підходи в годівлі тварин на основі функціональних кормових компонентів 289

Почукалін А. Є. Моніторинг підконтрольної частини тваринництва в умовах тривалого військового стану 297

Приліпко Т. М., Коваль Т. В. Метаболізм, токсикологія та фізіологічні функції селену в організмі птиці 305

Слюсар М. В., Мамченко В. Ю., Іщук О. В., Ковальчук І. І., Світельський М. М. Технологія вирощування австралійського червоноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) в Україні 312

Шуляр А. Л., Шуляр А. Л., Ткачук В. П. Інновації у тваринництві та аквакультурі: технології майбутнього для підвищення продуктивності, сталого розвитку і забезпечення добробуту тварин.....320

МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ.....331

Дребот О. В., Карась І. Ф., Коткова Т. М., Кудрик А. П., Клименко Т. М. Сучасний стан землеустрою сільськогосподарських угідь в межах старостинського округу в Україні.....331

Ласло О. О. Вплив сучасних температурних аномалій на розвиток агрометеорологічних посух 345

Ткачук О. П., Куземський В. М. Агрохімічний склад ґрунтів з ознаками недостатнього їх зволоження 353

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА.....363

Поліщук Л. М., Ніколова С. О. Алгоритми реагування соціальних служб у надзвичайних ситуаціях техногенного характеру.....363

Колесник Р. Р., Сироватка Д. А., Куріненко Г. А. Оцінка товарних кондицій промислових масивів рамчастих коропів, отриманих методом синтетичної селекції 372

Разанов С. Ф., Алєксєєв О. О., Врадій О. І., Германович О. М. Вміст жиру у надземній вегетативній масі енергетичних культур, вирощених на різних ґрунтах.....382

Римарук П. В., Сіренко А. Г. Біотопічний розподіл та особливості екології Megachilidae (Apoidea, Hymenoptera, Insecta) гірських масивів Чивчини та Гриняви (Українські Карпати) 394

Савчук І. М., Ковальова С. П. Накопичення ^{137}Cs і важких металів у продукції бугайців за використання преміксу в раціонах 405

Чуприна Ю. Ю., Головань Л. В., Коляда О. В., Клименко І. В. Екологічна диференціація адаптаційних реакцій видів роду Triticum до стресових умов середовища.....415

Щербина І. В., Клєцков О. М., Запорожченко В. Ю., Сахно В. М. Прогноз забруднення річкової води внаслідок потрапляння хлорвмісної рідини 425

Ямборак Р. С., Крачан Т. М. Оцінка рівня міграції свинцю з полімерних труб у питну воду методом атомно-адсорбційного аналізу.....436

CONTENTS

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING.....3

Kurtev K. K. Productivity of sunflower depending on innovative soil tillage systems and cultivation technologies 3

Lozinska T. P., Panchenko T. V. Optimization of spring bread wheat cultivation elements under the agroclimatic conditions of the Forest-Steppe of Ukraine.....13

Liubych V. V., Sutyk O. V. Yield and protein content in corn grain under different fertilization methods.....24

Makarchuk B. M., Gerasko T. V. The influence of sowing local application of biochar, sapropel and biohumus on the duration of vegetation phases of spring barley under organic growing technology in the forest-step of Ukraine.....31

Markovska O. Ye., Ochkala M. M. Yield of Sunflower Hybrids Depending on Fungicide Protection Systems under the Conditions of Southern Ukraine.....40

Meshko R. G., Yarchuk I. I. Multicomponent Preparations in Winter Wheat Cultivation 50

Mynkina H. O. Dynamics of growth processes of winter wheat varieties under different nutrition backgrounds and weather conditions of the year in southern Ukraine.....57

Myroshnychenko D. M., Pikovskyi M. Y. Use of fungicides against black spot in roses 64

Muliarchuk O. I. The influence of variety and plant density on the yield and biochemical composition of vegetable pea grain in the conditions of the Western Forest-Steppe 70

Nebaba K. S., Dynia V. I. Formation of the assimilative surface of pea under the influence of biopreparations in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine 77

Noskov O. S., Horiainova V. V., Stankevych S. V. Monitoring the prevelence and development of major tomato diseases in protected cultivation 85

Khomina V. Ya., Oliinyk Yu. A. Quality indicators of grain in soybean varieties with different maturity groups depending on technological factors 93

Palaziuk B. O., Yurchenko S. O. Economic Efficiency of Biostimulants in Winter Wheat Cultivation Technology in the Left-Bank Forest-Steppe Zone of Ukraine 99

Palamarchuk V. D., Nakhtman E. V. Assessment of the influence of correlative relationships between carrot yield and a complex of economically valuable traits.....107

Palamarchuk I. I., Prysiazhnuk O. V. Formation of eggplange productivity depending on the time of planting seedlings.....114

Pantsyreva H. V., Pihotskyi V. A. The effectiveness of using biological products in technologies for growing table beet root crops.....124

Peleh L. V., Onufriychuk O. M. The influence of plant standing density on sunflower productivity 131

Petrenko, S. O., Hrabovetska O. A., Pozdniakov, V. Yu. Effect of Biostimulants and microalgae suspensions on Seed Quality of Coriander (Coriandrum sativum L.).....138

Piddubna A. M. Assessment of the Ornamental Potential of Vegetable Crops in Landscape Design (Leafy, Fruiting, and Culinary-Aromatic Groups) 146

Pravdyva L. A., Mykhailiuk D. V. Photosynthetic productivity of winter wheat depending on the sowing rates of seeds and biological products in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine..... 153

Revto O. Ya., Goncharov A. V. Yield of Clearfield sunflower hybrids depending on the tillage system and row spacing width 160

Sabluk, V. T., Kozhukhivskyy, R. M. The influence of the bio-preparation Mykofrend on the yield and quality indicators of sunflower seeds 168

Tkalitych Yu. I., Denysenko A. V. Effectiveness of root protection of winter wheat using cultan technology in the Northern Steppe..... 174

Khodos T. A., Ursal V. V. Biological control of major cucumber diseases under protected cultivation 186

Tsyuk Yu. V. The influence of the main tillage on the nutrient regime of chernozem typical for sunflower cultivation 194

Chaiuk O. O., Mykhailyn V. I., Chumak Ye. L. Effectiveness of bioproducts against the development of cotton bollworm in tomato crops in open ground conditions..... 201

Chereshnyuk V. V. Effect of symbiotic activity of bacteria on soybean seed yield 209

Chernyshenko P. V., Vasylenko A. O., Skydan V. O., Shevchenko L. M., Hliantsev A. V. Assessment of soybean breeding material for the level of adaptability to abiotic factors..... 218

Shevchenko N. V. Yield and quality of corn grain depend on fertilization..... 227

Shepel A. V. The effect of irrigation method and row spacing on yield and economic efficiency of muscat pumpkin (cucurbita moschata) cultivation in southern Ukraine..... 236

Shyshkin B. M. Screening of common maize hybrids for resistance to major diseases 245

Shcherbakov O. Yu. The influence of biostimulators from the ‘Zinovii’ group on corn productivity in the Left-bank Forest-steppe region of Ukraine 273

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS 281

Lenkov L. H., Lykhach V. Ya., Lykhach A. V., Shaposhnik V. M. Effectiveness from improving aproach of disinfecting watter supply systems of fattening pigs and influence on their performance parameter..... 281

Pozniakovskyi Y. V., Kurylenko Y. F., Nedashkivskyi V. M., Tsap S. V. Innovative approaches in animal nutrition based on functional feed components 289

Pochukalin A. Ye. Monitoring of the controlled segment of livestock production under conditions of prolonged martial law 297

Prylipko T. M., Koval T. V. Metabolism, toxicology and physiological functions of selenium in the bird body 305

Slyusar M. V., Mamchenko V. Yu., Kovalchuk I. I., Svitelskyi M. M., Ishchuk O. V. Technology of cultivation of the australian red-claw crayfish (cherax quadricarinatus) in Ukraine..... 312

Shuliar A. L., Shuliar A. L., Tkachuk V. P. Innovations in livestock and aquaculture: future technologies to increase productivity, sustainable development and ensuring animal welfare 320

MELIORATION AND SOIL FERTILITY 331

Drebot O. V., Karas I. F., Khotkova T. M., Khudrik A. P., Khlymenko T. M. The current state of agricultural lands' structure in Ukraine as an example of the community 331

Laslo O. O. Influence of current temperature anomalies on the development of agrometeorological droughts 345

Tkachuk O. P., Kuzemsky V. M. Agrochemical composition of soils with signs of insufficient moisture 353

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE 363

Polishchuk L. M., Nikolova S. O. Algorithms for social services response in man-made emergencies 363

Pryimak V. V., Kolesnik R. R., Syrovatka D. A., Kurinenko H. A. Evaluation of commercial indicators of industrial crosses of frame carp obtained by synthetic selection 372

Razanov S. F., Alieksieiev O. O., Vradii O., Hermanovych O. M. Fat content in above-ground vegetative mass of energy crops growing on different soils 382

Rymaruk P. V., Sirenko A. G. Biotopic distribution and ecological features of Megachilidae (Apoidea, Hymenoptera, Insecta) of the Chyvchyny and Hrynyavy mountain ranges (Ukrainian Carpathians) 394

Savchuk I. M., Kovalova S. P. Accumulation of ^{137}Cs and heavy metals in the products of young bulls due to use of premix in the diets 405

Chupryna Yu. Yu., Holovan L. V., Koliada O. V., Klymenko I. V. Assessment of stress resistance and productivity stability of Triticum genus samples as a source of selectively valuable traits 415

Shcherbyna I. V., Kletskov O. M., Zaporozhchenko V. Yu., Sakhno V. M. Forecasting River Water Contamination Following an Accidental Release of Chlorine-Containing Liquids 425

Yamborak R. S., Krachan T. M. Assessment of Lead Migration Levels from Polymer Pipes into Drinking Water via Atomic Absorption Analysis 436

НОТАТКИ

ISSN 2226-0099 (Print), ISSN 2664-6102 (Online)

НОТАТКИ

Таврійський науковий вісник

Випуск 147

Частина 2

Серія: Сільськогосподарські науки

Дата розміщення онлайн – 13.04.2026 р.
Дата друку – 20.04.2026 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк. 36,73. Зам. № 0326/256

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.