

ISSN 2226-0099

Міністерство освіти і науки України  
Херсонський державний аграрно-економічний університет



# Таврійський науковий вісник

Серія:  
Сільськогосподарські науки

Випуск 146  
Частина 2



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2025

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету  
(Протокол № 8 від 29.12.2025)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2025. Вип. 146. Ч. 2. 292 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 № 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 геоecології 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;

Кутішев 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.

---

---

# ЗЕМЛРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

---

---

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,  
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 635.656:631.559:577.11(477.4+292.485)  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.1>

---

## УРОЖАЙНІСТЬ ТОВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ ТА БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД ЗЕРНА ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

---

---

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

У статті представлені результати багаторічних досліджень урожайності та біохімічного складу гороху овочевого в умовах західного Лісостепу України. Особлива увага приділена визначенню впливу сорту, року вирощування та їх взаємодії на формування продуктивності рослин. Встановлено, що сорт є основним фактором, який формує врожайність (64% від загальної дисперсії), рік вирощування та взаємодія факторів мають менший вплив (19% і 16% відповідно), інші невраховані фактори – лише 2%. Урожайність зерна коливалася від 2,0 до 3,5 т/га. Найвищі показники за середньою врожайністю отримані у сортів Шервуд – 3,5 т/га, Сієнна – 3,4 т/га, Глоріверт – 3,1 т/га, що перевищує контрольний варіант на 0,2–0,8 т/га. Сорти Амалфі та Вінко характеризувалися середньою продуктивністю 2,5–2,7 т/га, а найнижчу врожайність показав Вівадо – 2,0 т/га. Аналіз за роками показав, що 2024 рік був найменш сприятливим через дефіцит опадів, що відобразилося на зниженні врожайності всіх сортів.

Біохімічні показники бобів гороху овочевого, включаючи вміст сухої речовини, цукрів та вітаміну С, визначалися сортом, погодними умовами та технологією вирощування. Вміст сухої речовини коливався від 18,6 до 23,0%, максимальні значення відзначені у сортів Шервуд – 23,0%, Глоріверт – 21,3% та Амалфі – 20,8%. Вітамін С становив 27,1–56,0 мг%, найбільше у Шервуд та Сієнна, а цукри – 0,3–7,4%, найвищий рівень у Вінко. Дослідження підтвердили, що накопичення вітаміну С та сухих речовин залежить від інтенсивності сонячного світла, температури ґрунту та повітря, тривалості вегетаційного періоду та сорту рослин.

Отримані результати дозволяють рекомендувати високоврожайні сорти гороху овочевого, адаптовані до умов західного Лісостепу України, для підвищення продуктивності

та покращення якісних характеристик зерна, що є важливим для розвитку овочівництва та виробництва харчової продукції високої якості.

**Ключові слова:** горох овочевий, урожайність, сорт, біохімічний склад, суха речовина, вітамін С, цукри, технологія вирощування.

### **Muliarchuk O.I. Yield of Marketable Products and Biochemical Composition of Vegetable Pea Grain in the Western Forest-Steppe**

The article presents the results of long-term studies on the yield and biochemical composition of vegetable pea under the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. Particular attention is paid to determining the influence of cultivar, year of cultivation, and their interaction on plant productivity formation. It was established that the cultivar is the main factor shaping yield (64% of the total variance), while the year of cultivation and the interaction of factors have a smaller effect (19% and 16%, respectively); other unaccounted factors account for only 2%. Grain yield ranged from 2.0 to 3.5 t/ha. The highest average yields were obtained for the cultivars Sherwood (3.5 t/ha), Sienna (3.4 t/ha), and Glorivert (3.1 t/ha), exceeding the control by 0.2–0.8 t/ha. The cultivars Amalfi and Vinko were characterized by medium productivity of 2.5–2.7 t/ha, while Vivado showed the lowest yield (2.0 t/ha). Year-by-year analysis showed that 2024 was the least favorable due to a precipitation deficit, which resulted in reduced yields for all cultivars.

Biochemical parameters of vegetable pea pods, including dry matter, sugars, and vitamin C content, were determined by cultivar, weather conditions, and cultivation technology. Dry matter content ranged from 18.6 to 23.0%, with maximum values recorded for Sherwood (23.0%), Glorivert (21.3%), and Amalfi (20.8%). Vitamin C content ranged from 27.1 to 56.0 mg%, with the highest levels in Sherwood and Sienna, while sugar content ranged from 0.3 to 7.4%, with the highest level in Vinko. The studies confirmed that the accumulation of vitamin C and dry matter depends on solar radiation intensity, soil and air temperature, the duration of the growing season, and the plant cultivar.

The obtained results make it possible to recommend high-yielding vegetable pea cultivars adapted to the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine to increase productivity and improve grain quality characteristics, which is important for the development of vegetable production and the manufacture of high-quality food products.

**Key words:** vegetable peas, yield, variety, biochemical composition, dry matter, vitamin C, sugars, cultivation technology.

**Актуальність теми дослідження.** Горох овочевий є важливою зернобобовою культурою, що забезпечує високоякісним білком та вітамінами, а також підвищує родючість ґрунтів завдяки фіксації атмосферного азоту. В умовах західного Лісостепу України актуальною є проблема підвищення продуктивності та якості гороху через підбір високоврожайних сортів, адаптованих до місцевих кліматичних умов. Сорт є ключовим фактором формування врожайності, який за останні роки оцінюється у 30–50% від приросту продуктивності. Одночасно важливим є підвищення біохімічних показників зерна, таких як вміст сухої речовини, цукрів та вітаміну С, що визначає харчову цінність продукції [9]

Таким чином, дослідження спрямоване на оцінку впливу сорту та умов вирощування на урожайність і якість гороху овочевого, що дозволяє підвищити ефективність виробництва та забезпечити стабільне виробництво високоякісного зерна.

**Постановка проблеми.** В умовах західного Лісостепу України врожайність та якість гороху овочевого значною мірою залежать від сорту та погодних умов. Незважаючи на високий потенціал культури, коливання врожайності і недостатнє накопичення цінних біохімічних компонентів, таких як суха речовина, цукри та вітамін С, обмежують ефективність виробництва.

Сучасне овочівництво потребує високоврожайних сортів, адаптованих до конкретних умов регіону, що забезпечують стабільний урожай та високі споживчі якості продукції. Тому актуальним є комплексне дослідження впливу сорту,

умов вирощування та їх взаємодії на продуктивність і біохімічний склад гороху овочевого.

**Аналіз останніх досліджень.** Проблема підвищення продуктивності зерно-бобових культур, зокрема гороху овочевого, привертала увагу багатьох науковців у різних кліматичних зонах світу. Дослідники підкреслюють, що сорт є одним із найважливіших факторів, що визначає рівень урожайності та якість продукції, і може забезпечувати значний приріст урожайності за оптимальних агротехнічних умов. З.Д. Сич [13] та інші вчені встановили, що серед елементів технології вирощування, на частку сорту припадає від 30 до 50 %. На сьогодні горох овочевий характеризується великим сортовим різноманіттям [1,3,8].

На сучасному етапі розвитку овочівництва, значення сорту відіграє важливу роль. Сорт залишається не тільки засобом підвищення врожайності, але й стає фактором, без якого неможливо реалізувати досягнення науки. О.С. Болотських та ряд інших вчених, підтверджують, що з кожною сортозміною у виробництві знаходять сорти з поліпшеними господарськими і біологічними властивостями. Впровадження у виробництво таких сортів зумовлює більш повне використання зростаючого виробничого потенціалу овочівництва, значно зменшує трудові затрати на їх вирощування [2,5,14].

Висока врожайність та якість продукції, стійкість проти хвороб і шкідників є першими і основними технологічними вимогами до сорту, але він може реалізувати весь комплекс господарсько-біологічних властивостей лише за оптимальних умов вирощування, коли існує пряма відповідність між потребами у факторах життя у відповідну фазу росту і розвитку рослин гороху овочевого у поєднанні із місцевими погодно-кліматичними умовами. Для одержання запланованої врожайності в оптимальних умовах, він повинен мати відповідний комплекс ознак [10, 11].

Окрему увагу приділено біохімічному складу продукції рослинних культур. Дослідження показують, що вміст сухої речовини, цукрів та вітаміну С у бобових культурах варіюється залежно від сорту, умов року та технології вирощування [9, 12].

Незважаючи на значну кількість досліджень, присвячених врожайності та якісним показникам гороху, відсутні узагальнені дані щодо взаємодії сорту та конкретних технологічних умов вирощування у зоні західного Лісостепу України. Це зумовлює потребу в подальших дослідженнях, спрямованих на адаптацію високопродуктивних сортів до регіональних умов та підвищення стабільності їх продуктивності.

**Мета дослідження** оцінити вплив окремих елементів технології вирощування гороху овочевого на біохімічний склад одержаної продукції.

**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 сорти гороху овочевого: Луцильний (контроль), Амалфі, Вівадо, Вінко, Глоріверт, Сіенна, Шервуд. У процесі проведення польових дослідів проводили біохімічні аналізи: визначення сухої речовини, цукрів, [6, 7].

**Виклад основного матеріалу досліджень.**

У прирості урожайності, роль сорту, як одного із найбільш доступних і ефективних засобів виробництва, постійно зростає і за останні роки оцінюється

в 30-50%. Тому проблему підвищення продуктивності гороху овочевого та поліпшення якості можна вирішити шляхом підбору нових високоврожайних сортів, які адаптовані до умов вирощування в зоні західного Лісостепу України.

На основі проведених експериментальних досліджень встановлено, що урожайність гороху овочевого в середньому за роки досліджень коливалась у межах 2,3-3,5 т/га (табл. 1).

Таблиця 1

## Урожайність зерна сортів гороху овочевого

Сорт (фактор В)	Урожайність зерна, т/га					Відхилення порівняно з контролем ±%
	2020 р.	2021 р.	2023 р.	2024 р.	середнє за 2020-2024 рр.	
Луцильний (к)*	2,3	2,4	2,7	1,8	2,3	0
Амалфі	2,5	2,6	2,8	2,1	2,5	+8,7
Вівадо	2,0	2,2	2,1	1,7	2,0	-13,0
Вінко	2,5	2,8	3,2	2,3	2,7	+17,4
Глоріверт	3,0	3,2	3,5	2,7	3,1	+34,8
Сієнна	3,3	3,5	3,8	3,0	3,4	+47,8
Шервуд	3,3	3,6	4,0	3,1	3,5	+52,2
НіР <sub>05</sub>	-	-	-	-	0,5	

*Примітка.* (к)\* – контроль; НіР<sub>05</sub> для середнього за роки досліджень вираховували за методом двохфакторного дослідю.

Сорти Глоріверт, Сієна, Вівадо характеризувались високою урожайністю товарного зерна. В середньому за роки досліджень найвищою вона була у сортів Шервуд – 3,5 т/га, Сієнна – 3,4 т/га, Глоріверт – 3,1 т/га. Дещо нижчі показники отримано у сортів Вінко – 2,7 т/га, Амалфі – 2,5 т/га, що на 1,2; 1,1; 0,8; 0,4 і 0,2 т/га більше, в порівнянні із контрольним варіантом. Найнижча врожайність зерна гороху овочевого встановлена у сорту Віолена – 2,0 т/га або на 0,3 т/га менше порівняно з контролем.

Частки впливу факторів, які одержані в результаті розрахунку дисперсійного аналізу показали, що в більшій мірі врожайність зерна гороху овочевого залежала від сорту – 64%, року вирощування – 19% та поєднання факторів – 16% від загальної дисперсії. Частка впливу інших неврахованих факторів складає лише – 2% (рис. 1).

До інших факторів можна частково віднести і гідротермічні умови в роки проведення дослідження, оскільки оцінку їх прямого впливу за розрахунками дисперсійного аналізу не проводились.

Окремо за роками аналіз показників урожайності гороху овочевого свідчить, що незалежно від сорту 2024 рік був найменш сприятливим для його вирощування, через недостатню кількість опадів протягом вегетаційного періоду. Тому найменшу врожайність гороху овочевого отримано у 2024 дослідному році.

Біохімічний склад бобів гороху овочевого залежить від сорту, погодних умов року і технології вирощування. До основних господарсько-цінних характеристик сорту, крім урожайності і товарності, є вміст в продукції сухої речовини, цукру, аскорбінової кислоти (вітаміну С) та інших якісних показників. Накопичення

цукрів, вітаміну С знижується у вологі роки, і за внесення великих норм азотних добрив [9,10].

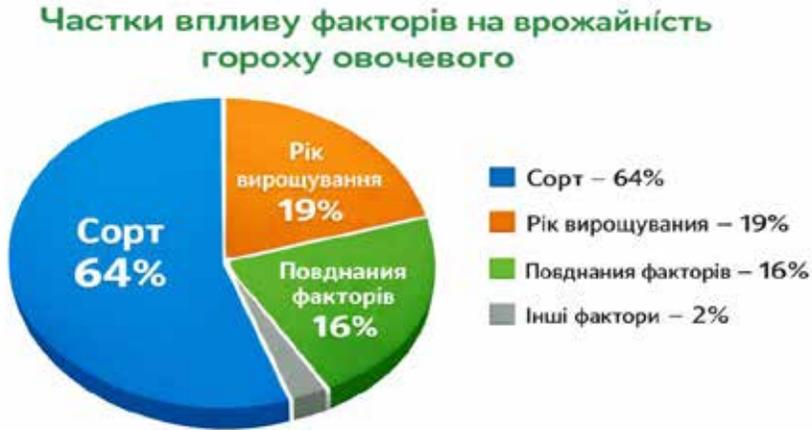


Рис. 1. Частка впливу досліджуваних факторів та їхньої взаємодії на формування врожайності зерна гороху овочевого, % від загальної дисперсії

На накопичення вітаміну С впливає тривалість вегетаційного періоду, інтенсивна сонячна інсоляція, температура повітря і ґрунту. Встановлено, що рослина, яка розвивається на світлі, містить більше вітаміну С порівняно з рослиною, яка росте в затінених місцях. Важливим фактором в накопиченні вітаміну С відіграє сорт.

Як встановлено результатами біохімічних аналізів бобів гороху овочевого, у фазу технічної стиглості вміст сухої речовини складав в межах -18,6-23,0% (табл. 2).

Таблиця 2

**Характеристика сортів гороху овочевого за біохімічним складом  
у фазі технічної стиглості (середнє за 2020-2024 рр.)**

Сорт	Суха речовина, %	Відхилення від контролю	Вітамін С, мг%	Відхилення від контролю	Цукри (сума), %	Відхилення від контролю
Луцильний (κ)*	20,5	-	27,1	-	6,0	-
Амалфі	20,8	+0,3	29,8	+2,7	6,4	+0,4
Вівадо	19,7	-0,8	28,9	+1,8	6,6	+0,6
Вінко	20,1	-0,4	30,4	+3,3	7,4	+1,4
Глоріверт	21,3	+0,8	32,1	+5,0	6,4	+0,4
Сіенна	18,6	-1,9	42,5	+15,4	6,3	+0,3
Шервуд	23,0	+2,5	56,0	+18,9	6,5	+0,5
НіР <sub>05</sub>						

Примітка. (κ)\* – контроль

Найвищим вмістом її відзначалися сорти Шервуд – 23,0%, Глоріверт – 21,3%, Амалфі – 20,8% та Луцильний – 20,5%. Дещо меншим вміст сухої речовини був у сортів Вінко – 20,1% та Вівадо – 19,7% і найменше значення даного показника спостерігалось у сорту Сіенна – 18,6%.

Найвищим вмістом вітаміну С характеризувались сорти Шервуд – 56 мг%, Сіенна – 42,5%, що у порівнянні з контролем відповідно на 18,9 та 15,4 мг% більше. Найменшим вмістом вітаміну С характеризувались сорти Вівадо – 1,8 мг% і Амалфі – 2,7 мг%.

Характеризуючи вміст цукрів у сортів гороху овочевого, варто відмітити, що найвищий їх вміст був у сорту Вінко – 7,4%, а найменший у сорту Сіенна – 0,3%.

**Висновки.** Дослідженнями встановлено, що основним фактором формування врожайності гороху овочевого в умовах західного Лісостепу України є сорт, частка впливу якого становить 64%.

Біохімічний склад бобів значною мірою визначався сортовими особливостями: найвищий вміст сухої речовини та вітаміну С відзначено у сорту Шервуд, а цукрів – у сорту Вінко.

Отримані результати дозволяють рекомендувати сорти Шервуд, Сіенна та Глоріверт для вирощування в умовах західного Лісостепу України з метою підвищення врожайності та якості продукції.

#### 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 овочівництва. Київ: Арістей 2005. 344 с.
3. Барабаш О.Ю., Семенчик. П.С. Все про городництво. Київ: Вирій, 2000. 285 с.
4. Бондаренка Г. Л., Яковенка К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.
5. Болотських О.С. Освоєння енерго- та ресурсозберігаючих, екологічно адаптованих інтенсивних технологій вирощування овочевих рослин в Україні. *Овочівництво і баштанництво*. 2006. Вип. № 52. С. 468-480.
6. Волкодав В. В. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур: Загальна частина. Київ, 2000. 100 с.
7. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. К: Дія. 2005. 288 с.
8. Жуйков О. Г., Лагутенко К. В. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 65-71.
9. 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.
10. Мулярчук О. І., Степанченко В. М., Козіна Т. В. Сортові особливості формування листової поверхні і фотосинтетичного потенціалу рослин гороху овочевого. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2024. Вип. 4 (45). С. 33–38.
11. Небаба К. С. Горох посівний: агротехнічний комплекс вирощування : монографія. Кам'янець – Подільський: ТОВ «Друкарня «Рута», 2022. 232 с.
12. Норик Н. О., Мулярчук О. І. Обробіток регуляторами росту насіння гороху овочевого (*Pisum sativum* L., subspecies commune gov) в умовах Західного Лісо-

степу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2018. Вип. 28. С. 86–93.

13. Сич З. Д., Сич, І. М. Гармонія овочевої краси і користі. Київ: Арістей, 2005. 190 с.

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

Дата першого надходження рукопису до видання: 21.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

УДК 633.88:581.9(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.2>

## ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ АЛТЕЇ ЛІКАРСЬКОЇ В УКРАЇНІ ЗА СУЧАСНИХ УМОВ

**Невідничий О.С.** – аспірант кафедри рослинництва,  
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології  
Полтавського державного аграрного університету  
[orcid.org/0009-0001-0802-5283](https://orcid.org/0009-0001-0802-5283)

У статті розглянуто агрономічні особливості вирощування алтеї лікарської (*Althaea officinalis* L.) в Україні з урахуванням сучасних викликів, спричинених воєнним станом. Проаналізовано перспективність культури з точки зору її адаптивності, економічної доцільності та фармакологічної цінності. Встановлено, що алтея характеризується високою екологічною пластичністю, посухостійкістю, здатністю до багаторічного вирощування, що робить її придатною для культивування в більшості агрокліматичних зон України, зокрема в умовах обмеженого ресурсного забезпечення.

Особливу увагу приділено питанням агротехніки: вибору попередників, сівозміни, обробітку ґрунту, особливостей мінерального живлення, регуляторів росту, системи зрошення та догляду за посівами. Зазначено, що правильне дотримання технологічних прийомів сприяє формуванню стабільно високої врожайності кореневої та надземної сировини, з високими якісними показниками. Розглянуто економічні та логістичні переваги вирощування алтеї, серед яких: тривалий термін зберігання сировини, зростаючий попит на натуральні лікарські засоби на внутрішньому та зовнішньому ринках, можливість експорту та отримання валютної виручки, що є надзвичайно актуальним у період війни.

Окреслено ключові виклики, з якими стикаються агровиробники: дефіцит робочої сили, мінна небезпека, логістичні труднощі та обмеженість державної підтримки. Водночас, стабільно високий попит на продукти фітотерапії як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках зумовлює логічну доцільність розширення посівних площ під цією культурою. Зроблено висновок про доцільність включення алтеї лікарської до стратегічних напрямів адаптації аграрного виробництва України, що сприятиме збереженню економічної стійкості та продовольчої безпеки в умовах воєнного часу.

**Ключові слова:** алтея лікарська, *Althaea officinalis*, лікарські рослини, сівозміна, експорт лікарської сировини, нішеві культури, аграрна адаптація.

### **Nevidnychi O.S. Modern approaches to the cultivation of *Althaea officinalis* L. in Ukraine**

This article explores the agronomic aspects of cultivating marshmallow (*Althaea officinalis* L.) in Ukraine under the current challenges caused by martial law. The feasibility of expanding the cultivated area for this strategically important niche crop is substantiated, highlighting its high export potential, economic profitability, and social significance. Marshmallow combines the properties of both a medicinal and industrial crop, containing high levels of biologically active compounds in its roots and aerial parts, making it widely applicable in the pharmaceutical, food, and cosmetic industries.

The bioecological characteristics of the crop are discussed, emphasizing its adaptability to various soil and climatic conditions, including regions with limited moisture and partially degraded soils. Key technological elements essential for stable yield formation are described: choice of predecessor crops, crop rotation systems, soil tillage, seed scarification, plant density, inter-row cultivation, mineral nutrition and fertilization, irrigation (particularly drip systems), and the application of growth regulators. Effective implementation of these practices enables the production of high-quality raw materials that meet the demands of processing industries and export markets.

*The relevance of marshmallow cultivation during wartime is emphasized, considering the plant's unpretentious nature, low need for agrochemicals, long shelf life of harvested material, relative safety of growing in rear regions, and its potential as an alternative income source for smallholder farms. The article outlines key challenges hindering the development of this sector: labor shortages, landmine contamination of agricultural fields, logistical disruptions, and the lack of state support for niche crops. Proposed solutions include establishing local processing capacities, developing producer cooperatives, and adapting agricultural policy to current realities.*

*The study concludes that *Althaea officinalis* represents a promising crop within the framework of sustainable agriculture in Ukraine, capable of delivering economic, social, and pharmacological benefits even under wartime conditions and general instability.*

**Key words:** marshmallow, *Althaea officinalis*, medicinal plants, crop rotation, medicinal raw material export, niche crops, agricultural adaptation.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями.** Вирощування алтеї лікарської (*Althaea officinalis* L.) в Україні характеризується високим перспективним потенціалом, що зумовлено зростанням попиту на лікарську сировину рослинного походження, адаптивністю культури до ґрунтово-кліматичних умов регіону та можливістю її використання в фармацевтичній, косметичній і харчовій промисловості. За сучасних умов, правильної агротехніки й налагодженого збуту це може бути додатковим прибутковим напрямом для фермерів, особливо в малому та середньому агробізнесі.

Загальні тенденції вказують на стабільний експорт алтеї лікарської України протягом останніх років, що пов'язано зі збільшенням попиту на натуральні лікарські засоби в ЄС, Китаї та на Близькому Сході. Так, основними покупцями даної культури є Польща, Німеччина, Чехія, Франція, Італія, Іран та інші країни.

Алтея лікарська (*Althaea officinalis* L.) – багаторічна представниця родини мальвових (Malvaceae), яка має значне лікарське значення. У природних умовах поширена в Європі та Азії, на території України зустрічається майже повсюдно, за винятком Карпат і Кримських гір. Найбільш чисельна популяція відмічена в басейнах Дніпра, Сіверського Дінця й Південного Бугу, тоді як у басейні Дністра вона майже відсутня. Культура введена у промислове вирощування в Україні, а також у країнах Західної Європи, Ірані, Китаї та Індії [10; 22].

Історично основним об'єктом збору були саме корені алтеї, які використовуються як цінна лікарська сировина. Лише останнім часом надземну частину (траву та листки) почали активно застосовувати у фармацевтичному виробництві [6; 21; 24].

**Мета дослідження** полягає в обґрунтуванні доцільності вирощування алтеї лікарської (*Althaea officinalis* L.) в аграрному виробництві України в умовах воєнного стану та визначити аспекти її культивування, що забезпечують стабільну врожайність і високу якість лікарської сировини.

**Завдання дослідження:** проаналізувати сучасні тенденції вирощування та експорту алтеї лікарської в Україні; оцінити оптимальні умови вирощування, включно з ґрунтовими, кліматичними та технологічними чинниками; розглянути вплив сівозміни, попередників і системи обробітку ґрунту на продуктивність культури; оцінити потенціал культури як економічно доцільного об'єкта вирощування у воєнних умовах, з урахуванням соціальних, логістичних та ринкових чинників; визначити основні аграрні виклики та бар'єри, що стримують розвиток галузі вирощування алтеї лікарської, і окреслити шляхи їх подолання.

**Результати досліджень.** Одним із головних завдань сівозміни є підвищення родючості ґрунту, оптимізація водного режиму, ефективне використання елементів живлення, покращення фітосанітарного стану, а також досягнення позитивного гумусового балансу, що сприяє зростанню урожайності та якості продукції

[5; 7; 17]. Зрозуміло, що правильне чергування культур у сівозміні зменшує явище ґрунтовтоми, сприяє зниженню поширення хвороб і шкідників, які спеціалізуються на окремих культурах.

У невеликих за розміром господарствах, що функціонують на правах різних форм власності, впровадження багатопільних сівозмін є проблематичним. У таких умовах роль сівозмін набуває ще більшого значення, зокрема в лікарському рослинництві, де навіть короткоротаційні сівозміни можуть забезпечити агротехнічну ефективність, не гіршу за інші заходи, як-от оновлення сортів чи вдосконалення обробітку ґрунту [2; 4].

Досвід свідчить, що для формування високої урожайності сировини й насіння алтеї лікарської важливе значення має комплекс агротехнічних заходів. Кожен етап, від контролю бур'янів до захисту від хвороб і шкідників, є незамінним і повинен відповідати біологічним потребам культури щодо вологості, родючості, температурного режиму, освітлення та аерації. Гармонійне поєднання цих факторів забезпечує стабільну урожайність сировини з високими якісними показниками [1].

Попередник впливає на наступну культуру через вилучення поживних речовин, кількість залишків після збирання, вміст у них макроелементів, а також через наявність спільних хвороб і шкідників. Підібрані попередники не лише підвищують урожайність, а й покращують хімічні властивості сировини. Науково та практично доведено, що доцільно розміщувати алтею лікарську після чистого пару, озимих зернових і просапних культур, вирощених з добривами.

Своєчасний і якісний обробіток ґрунту є ключовим елементом технології вирощування. Механічне розпушування створює сприятливе середовище для біологічних процесів, сприяє накопиченню доступних елементів живлення, покращує водно-повітряний і температурний режим ґрунту, знищує бур'яни, шкідників та збудників хвороб. Одночасно в ґрунт можна вносити органічні та мінеральні добрива, ефективність яких залежить від якості обробітку [8; 9; 21].

Для вирощування алтеї доцільно використовувати ділянки з легкими суглинними або супіщаними чорноземами, добре зволженими, з неглибоким рівнем ґрунтових вод і низьким рівнем забур'яненості. Оскільки культура здатна рости на одному місці до чотирьох років, її можна висівати за межами основних полів або в спеціалізованих лікарських сівозмінах. Небажаними попередниками є кукурудза та соняшник, адже вони виснажують ґрунт, залишають важкорозкладні рештки, що ускладнюють подальший догляд за посівами [20].

У господарстві, де алтею висівали після озимої пшениці, до основного обробітку ґрунту включали зяблеву оранку на глибину 27–30 см. Для отримання дружних сходів, ефективного знищення бур'янів і збереження вологості необхідна ретельна передпосівна підготовка. Урожайність визначається як генетичним потенціалом культури, так і умовами середовища. Ефективне управління такими процесами, як фотосинтез, мінеральне живлення, водний та повітряний режими, сприяє зростанню врожаю [11–12].

Для забезпечення стабільної урожайності та високої якості сировини алтеї лікарської протягом усього періоду вегетації необхідно підтримувати оптимальний рівень ґрунтової вологості та забезпечити рослини основними поживними елементами. У випадках недостатнього природного зволоження цей дефіцит ефективно компенсується за рахунок використання систем краплинного зрошення, які довели свою високу ефективність при вирощуванні як овочевих, так і лікарських культур. Забезпечення рослин водою також сприяє кращому засвоєнню мінеральних добрив, підвищуючи їх ефективність.

Для максимальної реалізації генетичного потенціалу культури доцільно застосувати регулятори росту – препарати, що містять комплекс біологічно активних сполук, які сприяють інтенсивнішому росту та розвитку, а також підвищують стійкість рослин до несприятливих умов середовища [6; 10; 15].

Мінеральне живлення – один із найважливіших чинників інтенсифікації виробництва. На ранніх етапах розвитку необхідне помірне азотне живлення, під час формування кореневої та надземної маси – повноцінне забезпечення всіма елементами, а ближче до завершення вегетації – підвищений рівень фосфору й калію при обмеженні азоту [13-14; 16].

Розмноження даної культури здійснюють висівом насіння у відкритий ґрунт овочевими чи зерновими сівалками, із нормою висіву 8–10 кг/га, міжряддями 45 см. Щоб підвищити схожість, проводять скарифікацію насіння – легке пошкодження оболонки для покращення вологопоглинання. Насіння загортають на глибину 1,5–2 см. Для раннього виявлення посівів рекомендується додавати насіння маякових рослин [18-19]. Після появи сходів проводиться міжрядна обробка на глибину 5–7 см. За надмірної густоти – прорідження до 8–10 рослин на погонний метр. Упродовж вегетації здійснюють 2–4 культивації з одночасною прополкою. На багаторічних плантаціях міжряддя розпушують до змикання рослин. Починаючи з другого року, доцільно проводити підживлення аміачною селітрою в дозі 30 кг/га. Восени видаляють відмерлі рештки, а збирання коренів проводиться навесні до початку вегетації або восени, за допомогою плуга без відвалу на глибину 25–30 см [22-23].

Фармакологічна цінність алтеї лікарської визначається наявністю комплексу фізіологічно активних сполук у сировині, які проявляють лікувальну дію у відповідних концентраціях. Корені містять такі компоненти, як полісахариди, слизові речовини, пектини, крохмаль, азотовмісні сполуки, жирну олію тощо. Надземна частина (трава) збагачена слизом, пектиновими речовинами, флавоноїдами, кумаринами, фенолкарбоновими кислотами, ефірною олією, вітамінами та каучуко-подібними компонентами [5; 24; 26].

В умовах воєнного стану в Україні вирощування алтеї лікарської набуває особливої актуальності з кількох причин. Зокрема, актуалізується необхідність переорієнтації агровиробництва на культури, що поєднують у собі економічну доцільність, технологічну простоту та високу додану вартість. Вирощування алтеї лікарської, як культури подвійного призначення – лікарського і промислового, набуває особливого значення з кількох ключових причин (табл. 1).

Таким чином, алтея лікарська є стратегічно доцільною культурою в умовах воєнного стану, що поєднує агрономічну витривалість, економічну привабливість та соціальну значущість. Її вирощування може стати одним із напрямів адаптації аграрного сектору до умов нестабільності, з одночасним збереженням потенціалу розвитку та відновлення економіки.

Попри наявність перспектив вирощування алтеї лікарської в Україні, аграрії стикаються з низкою значущих викликів, які ускладнюють як виробничу, так і збутову діяльність. Серед них варто виокремити наступні:

1. Дефіцит робочої сили. Внаслідок загальної мобілізації, масової евакуації населення з прифронтових і деокупованих територій, а також зниження загальної економічної активності в сільській місцевості, спостерігається гострий дефіцит кваліфікованих працівників для виконання сезонних польових робіт. Особливо це стосується ручних етапів вирощування та збирання алтеї, зокрема викопування коренів і первинної обробки сировини.

Таблиця 1

**Ключові переваги вирощування алтеї в умовах воєнного стану**

Актуальність у медичній сфері	
зростання потреби в натуральних лікарських засобах (зокрема рослини з протизапальними та відхаркувальними властивостями)	забезпечення ЗСУ та населення недорогими засобами для лікування дихальних захворювань
Алтея входить до складу багатьох офіційних фітопрепаратів (мікстури, сиропи від кашлю, трав'яні чаї)	
Невибагливість до умов	
росте на різних типах ґрунтів, особливо на чорноземах;	стійка до посухи, може вирощуватись у південних регіонах, де зараз складно з водозабезпеченням; морозостійка;
добре росте на зволжених, легких ґрунтах – що робить її придатною для більшості регіонів України	стійка до шкідників та хвороб – знижує потребу в хімічному захисті
Можливість багаторічного вирощування – з одного поля можна збирати врожай 2–3 роки поспіль без пересіву	Висока врожайність коренів – 8–12 т/га (при інтенсивній технології)
Експортний потенціал	
високий попит на лікарські трави у ЄС та Азії	можливість вирощування на експорт для виробників БАДів та фітопрепаратів
Відносна безпека вирощування	
на відміну від зернових, які часто стають об'єктами обстрілів, лікарські культури менше цікавлять ворога	можна вирощувати в тилових регіонах або на деокупованих територіях з частковим відновленням інфраструктури
Додатковий дохід для малих фермерів	
алтея може стати нішевою культурою з високою маржинальністю	простота в технології вирощування та заготівлі
Собівартість вирощування відносно невисока	Можливість кооперації з переробниками лікарської сировини або експортерами
Перспектива вирощування в рамках органічного землеробства, що підвищує кінцеву вартість продукції на 30–70%	

2. Мінна небезпека та пошкодження сільськогосподарських земель. Значна частина аграрних угідь, особливо у північних, східних і південних регіонах України, перебуває під ризиком мінної небезпеки. Забруднення територій вибухонебезпечними предметами унеможливило використання полів або вимагає тривалого процесу гуманітарного розмінування, що відтерміновує сільськогосподарське виробництво на невизначений термін.

3. Логістичні труднощі та обмеження ринків збуту. Воєнні дії спричинили порушення транспортної інфраструктури, обмеження роботи портів, блокування або пошкодження транспортних вузлів. Це, у свою чергу, ускладнює доставку сировини до переробних підприємств, а також реалізацію готової продукції як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках. Затримки або перебої в логістиці ведуть до збитків та втрати частини врожаю.

4. Обмеженість державної підтримки нішевих культур. Державні програми фінансування та дотації здебільшого орієнтовані на підтримку стратегічних культур (зернові, олійні), тоді як нішеві культури, зокрема лікарські рослини, залишаються поза фокусом державної аграрної політики. Відсутність цільових програм кредитування, компенсації витрат чи субсидій на вирощування таких культур обмежує коло виробників і знижує інвестиційну привабливість сектору.

Таким чином, для ефективного розвитку вирощування алтеї лікарської в умовах воєнного часу необхідне не лише врахування ринкових переваг цієї культури, а й розробка комплексних рішень, спрямованих на подолання зазначених викликів. Це включає кадрову підтримку, розмінування сільськогосподарських територій, розвиток логістичної інфраструктури та вдосконалення державної політики щодо нішевих культур.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Вирощування алтеї лікарської (*Althaea officinalis* L.) в Україні має значний перспективний потенціал, що обумовлено комплексом агроекологічних, економічних та фармакологічних чинників. Зокрема, дана культура добре адаптована до кліматичних умов більшості регіонів України, зокрема до зони Лісостепу та Степу, завдяки своїй посухостійкості, невибагливості до ґрунтів та відносно низьким вимогам до агротехнічного обслуговування.

Україна має активний зростаючий експорт лікарських рослин загалом, включно з алтеєю. З економічної точки зору, алтея лікарська є привабливою культурою для фермерських господарств, оскільки її коріння й надземна частина мають високу цінність як лікарська сировина. Стабільно високий попит на продукти фітотерапії як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках зумовлює економічну доцільність розширення посівних площ під цією культурою. З фармакологічного погляду, *Althaea officinalis* є джерелом біологічно активних речовин, зокрема слизів, флавоноїдів, фенольних сполук та інших компонентів, що широко застосовуються у виробництві протизапальних, обволікаючих та відхаркувальних засобів. Крім того, алтея використовується у косметичній та харчовій промисловості, що додатково розширює сфери її застосування.

Таким чином, враховуючи сприятливі умови вирощування, зростаючий попит на натуральні лікарські засоби та широкі можливості комерціалізації продукції, алтея лікарська має вагомі передумови для активного впровадження в аграрне виробництво України.

Актуальним напрямом подальших наукових досліджень є оптимізація агротехнічних заходів вирощування *Althaea officinalis* L. з метою підвищення продуктивності рослин та якості лікарської сировини. Водночас, потребують вивчення адаптаційні можливості різних сортів алтеї лікарської до змін кліматичних умов.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бахмат М. І., Кващук О. В., Хоміна В. Я., Комарніцький В. М. Лікарське рослинництво: навч. посіб. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори», 2011. 256 с.
2. Бойко Л. Економічна ефективність виробництва лікарських рослин та перспективи трав'яного бізнесу. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 9. С. 17-25. <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2021.9.2>.
3. Глущенко Л. А. Поширення та шкідливість захворювань лікарських рослин. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 2. С. 91–94.
4. Глущенко Л. А., Шевченко Т. Л., Губаньов О. Г., Серета О. В., Серета Л. О., Сивоглаз Л. М., Приведенюк Н. В., Філенко С. В. Належна практика культивування і збору лікарської рослинної сировини (ГЕСР) як гарантія якості лікарської

рослинної сировини і препаратів на її основі: наук.-практ. посіб. Лубни: Комунальне видавництво «Лубни», 2018. 123 с.

5. Лікарські рослини (Енциклопедичний довідник) / за ред. А. М. Гродзинський. Київ, 1990. С. 36–37.

6. Михальська О. М., Бельдій Н. М., Дем'янюк О. С. Агроекологічна оцінка застосування регуляторів росту рослин для вирощування овочевих культур. *Агро-екологічний журнал*. 2013. № 2. С. 71-75.

7. Міленко О. Г. Вплив агроекологічних факторів на врожайність сої. Науковий журнал «Молодий вчений». 2015. № 6 (21). Частина 1. С. 52–56.

8. Онішко В. В., Воропіна В. О., Калашнік О. П. Перспективи використання в лікарському рослинництві регуляторів росту та біостимуляторів. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 42–46. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.08>.

9. Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П., Бараболя О. В., Здор В. М. Аналіз фітопатогенного стану лікарських культур та перспективи використання біоконтролю в системі захисту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 2. С. 79-88. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.10>.

10. Приведенюк Н. В., Глущенко Л. А., Трубка В. А. Вплив способів вирощування на ріст та розвиток меліси лікарської (*Melissa officinalis* L.) в умовах краплинного зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 1. С. 91-97. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255186>.

11. Приведенюк Н. В., Глущенко Л. А., Трубка В. А. Ефективність мінеральних добрив за вирощування алтеї лікарської (*Althaea officinalis* L.) в умовах зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 1. С. 134-137. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227251>.

12. Приведенюк Н. В., Трубка В. А., Глущенко Л. А. Продуктивність алтеї лікарської (*Althaea officinalis* L.) за використання регуляторів росту та краплинного зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 1. С. 121-127. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255186>.

13. Приведенюк Н. В., Глущенко Л. А., Трубка В. А. Вплив способів вирощування розсади та площі живлення на ріст та розвиток меліси лікарської (*Melissa officinalis* L.) в умовах краплинного зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 1. С. 91–97.

14. Приведенюк Н. В., Глущенко Л. А., Трубка В. А. Ефективність мінеральних добрив за вирощування алтеї лікарської (*Althaea officinalis* L.) в умовах зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 1. С. 134–140.

15. Ромашенко М. І., Шатковський А. П., Васюта В. В. Стан і перспективи застосування мікрозрошення в умовах змін клімату. *Меліорація і водне господарство*. 2020. № 2. С. 31–38.

16. Ромашенко М. І., Шатковський А. П., Васюта В. В., Журавльов О. В., Усатий С. В., Усата Л. Г., Овчатов І. М. Стан і перспективи застосування мікрозрошення в умовах змін клімату. *Меліорація і водне господарство*. 2020. № 2. С. 31-38. DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202002-262>.

17. Семенко М. В., Поспелов С. В. Переваги розсадного способу вирощування в лікарському рослинництві. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 36–40. DOI: [doi:10.31210/spi2023.26.04.07](https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.07).

18. Фокін А. Біологічний захист лікарських культур. *Пропозиція*. 2008. № 6. С. 80-82.

19. Чайка Т. О. Еколого-економічні передумови вирощування лікарських рослин за органічними стандартами. *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій*: матеріали п'ятої Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Полтава, 27-28 грудня 2016 р. Полтава: РВВ ПДАА, 2016. 328 с. С. 162-164.

20. Шелудько Л. А. Особливості промислового вирощування лікарських культур. *Пропозиція*. 2001. № 4. С. 46–47.
21. Шелудько Л. П., Порада О. А., Горбань А. Т. Інтродукція перспективних лікарських рослин в Лісостепу України. *Вісник «Інтродукція та збереження рослинного різноманіття»*. К., 1999. Вип. 2. С. 25-26.
22. Шелудько Л. П., Куценко Н. І. Лікарські рослини (селекція та насінництво). Полтава, 2013. С. 22–25.
23. Abbate S., Centobelli P., Cerchione R. The digital and sustainable transition of the agri-food sector. *Technological Forecasting and Social Change*. 2023. № 187, 122222. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122222>.
24. Ali Shah S. M. Pharmacological activity of *Althaea officinalis* L. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2011. Vol. 5 (24). P. 5662–5666.
25. Herbal Medicine Market Size. *Fortune Business Insights*. 2023. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/herbal-medicine-market-1063204>.
26. Sun W., Shahrajabian M. H., Petropoulos S. A., Shahrajabian N. Developing Sustainable Agriculture Systems in Medicinal and Aromatic Plant Production by Using Chitosan and Chitin-Based Biostimulants. *Plants*. 2023. № 12 (13), 2469. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12132469>.

Дата першого надходження рукопису до видання: 07.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

УДК 632.7:633.15:631.4(477)(292.485)  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.3>

## ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА ФУНКЦІОНУВАННЯ ҐРУНТОЖИВУЧИХ КОМАХ-ФІТОФАГІВ ПРИ РЕСУРСОЩАДНИХ СИСТЕМАХ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Погиба В.О.** – аспірант кафедри ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України.  
[orcid.org/0009-0004-2824-4119](https://orcid.org/0009-0004-2824-4119)

**Доля М.М.** – д.с.-г.н., професор,  
завідувач кафедри ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
[orcid.org/0000-0003-0458-9695](https://orcid.org/0000-0003-0458-9695)

У 2020-2025 р.р. Досліджені особливості біології та екології окремих видів ґрунтоживучих комах-фітофагів за критеріями сучасних механізмів саморегуляції та оптимізації регіональних заходів захисту кукурудзи від шкідників. Зокрема, - із оцінкою впливу на розвиток і розмноження коваликів за умов змін клімату та короткочасних польових сівозмін і нових форм та сумішей засобів хімізації угідь. Оцінена Ефективність складових вологозберігаючих No-till та Mini-till У контролі фітофагів за моделями прогнозу чисельності домінуючих видів шкідників із уточненими методичними підходами щодо їх шкідливості на перших етапах органогенезу кукурудзи. За Отриманими даними розроблено інтегральний індекс стійкості районованих гібридів кукурудзи до пошкоджень ґрунтоживучими комахами-фітофагами. Удосконалено концептуальні засади щодо підвищення життєдіяльності хижих видів жуужелиць, Що сприяють ефективному контролю дротяників та інших комах-фітофагів за трофічних зв'язків: “рослини- шкідники- хижі види жуужелиць” із збереженням біорізноманіття при No-till та Mini-till.

З урахуванням фенології виявлених видів комах-фітофагів Здійснено практичне удосконалення комплексу заходів захисту посівів кукурудзи із зменшенням витрат на хімічні та біологічні препарати. Удосконалено наукові підходи щодо короткострокового прогнозу чисельності комплексу ґрунтоживучих комах фітофагів-фітофагів за нових моделей, що враховують показники глобальних змін агроценозів і параметри енергоощадного екологічного та фітосанітарно безпечного обробітку ґрунту. За уточнених показників сезонної динаміки чисельності коваликів сформульовано окремі концептуальні основи підвищення впливу No-till та Mini-till на рівень механізмів саморегуляції ентомокомплексів та реалізації генетичного потенціалу врожайності досліджених гібридів кукурудзи. Визначено закономірності впливу агротехнічних заходів на сезонну динаміку розмноження комплексу видів членистоногих при нових системах ведення рослинництва в цілому. Узагальнено і опрацьовано методичні підходи до розрахунку комплексного порогу шкідливості ґрунтоживучих комах-фітофагів за вирощування кукурудзи на фоні інтенсифікації та біології No-till та Mini-till.

**Ключові слова:** комах-фітофаги, кукурудза, ковалики, моніторинг, система захисту посівів, дія і післядія агрохімікатів, фітосанітарна безпека.

**Pohyba V.O., Dolia M.M. Features of Yield Formation in Maize Hybrids under the Influence of Soil-Dwelling Phytophagous Insects in Resource-Saving Tillage Systems in the Forest-Steppe of Ukraine**

In 2020–2025, the biological and ecological characteristics of selected soil-dwelling phytophagous insect species were investigated according to modern criteria of self-regulation mechanisms and optimization of regional pest management measures for maize. Particular attention was given to assessing the impact of climate change, short-rotation field crop rotations, and new forms and mixtures of agrochemical agents on the development and reproduction of click beetles. The effectiveness of No-till and Mini-till moisture-conservation systems in controlling phytophagous insects was evaluated using population forecasting models of dominant pest species and refined methodological approaches to assessing their harmfulness during the early stages of maize organogenesis. Based on the obtained data, an integrated resistance index of regionally adapted maize hybrids to damage caused by soil-dwelling phytophagous insects was developed. Conceptual foundations were improved regarding the enhancement of the vitality of predatory ground beetles, which contribute to effective control of wireworms and other phytophagous insects within the trophic system “plants – pests – predatory ground beetles,” while preserving biodiversity under No-till and Mini-till technologies.

Considering the phenology of the identified phytophagous insect species, practical improvements were made to the maize crop protection system, reducing costs for chemical and biological agents. Scientific approaches to short-term population forecasting of soil-dwelling phytophagous insects were refined based on new models that account for global changes in agroecosystems and parameters of energy-efficient, environmentally and phytosanitarily safe soil tillage. Using updated indicators of the seasonal dynamics of click beetle populations, conceptual foundations were formulated for enhancing the influence of No-till and Mini-till systems on self-regulation mechanisms within entomocomplexes and on the realization of the genetic yield potential of the studied maize hybrids. The patterns of influence of agronomic practices on the seasonal reproductive dynamics of arthropod species under new crop production systems were determined. Methodological approaches to calculating the integrated economic threshold of soil-dwelling phytophagous insects during maize cultivation under intensification and No-till/Mini-till systems were summarized and refined.

**Key words:** phytophagous insects, corn, click beetles (Elateridae), monitoring, crop protection system, action and aftereffect of agrochemicals, phytosanitary safety.

**Вступ.** Доцільно відмітити, що за сучасних систем вирощування кукурудзи найбільш шкідливі наступні види коваликів: посівний – *Agriotes sputator* L.; широкий – *Selatosomus latus* F; буруногий – *Melanotus brunnipes* Germ.; степовий – *Agriotes gurgistanus* Fald.; темний – *Agriotes obscurus* L.; та інші. При цьому за No-till Нагального значення набували три зони особливостей біології та шкідливості цих фітофагів: -зона постійно високої шкідливості – Лісостеп, Західне та центральне Полісся і в першу чергу зрошувальні землі; зона локальної та періодичної шкідливості за теплої весни – центральний та лівобережний лісостеп, східне Прикарпаття, лівобережне Полісся; – зона порівняно невеликої шкідливості – південний Степ за винятком зрошувальних земель польових сівозмін, Що доцільно ураховувати за нових систем захисту кукурудзи. [3, с. 64–66].

Характерно, що личинки і лялечки коваликів мають підвищену чутливість як до вологи, так і концентрації ґрунтового розчину, кислотності ґрунту та вмісту в ньому мікрозалишків пестицидів і агрохімікатів. Ці показники відіграють значну роль у життєздатності ґрунтоживучих видів фітофагів із зниженням чисельності окремих стадій розвитку та зменшенням їх впливу на структуру ентомокомплексу кукурудзи за No-till та Mini-till [2, с. 92–95; 6, с. 92–96].

За нових механізмів саморегуляції виявлених видів таксономічних груп організмів в умовах систематичного No-till та Mini-till із наявністю на поверхні ґрунту мульчі відбуваються позитивні зміни у контролі дротяників за моделювання природного процесу ґрунтоутворення, що реалізується у порівняно низькій

чисельності коваликів як за вологих, так і посушливих років. При цьому, трансформацію рослинних решток у гумус забезпечують мікро та макроорганізми, кількість яких залежить від вмісту органічної речовини ґрунту, особливо її лабільної частини, а також після дії застосованих засобів хімізації агроценозів. Організми розкладають органічні речовини в ґрунті, вивільняють зв'язану в них енергію і поживні речовини, частково використовують їх для забезпечення своєї життєдіяльності та трофічних зв'язків у системі: “рослинні рештки-фітофаг-паразити”. [1, с. 15–20; 3, с. 66; 7, с. 54–55].

Отже, за No-till створюються стабільні трофічні групи організмів із чітко вираженою просторовою прив'язкою до поверхневого гумусного із мульчею горизонту, що забезпечує покращення водостійкості структурних агрегатів, спрямованих до перелогу із посиленими процесами біологічних закономірностей регулювання чисельності коваликів за No-till у В порівнянні з іншими системами обробітку ґрунту. [3, с. 66]

Відмічено, що просторово обмежені у розмноженні та поширені ковалики формують угруповання за нових мінливих умов при технологічній реалізації систем вирощування кукурудзи на основі комплексної дії глобальних змін і їх взаємодії. Визначено нами різноманітність впливу на види і популяції коваликів як антропогенних, так і біотичних та абіотичних чинників свідчить про нові форми виживання окремих видів коваликів за складної ієрархічної системи. Це за ліченої множини функцій механізмів саморегулювання ґрунтоживучих видів комах-фітофагів сприйнятливих до обчислювальних і прогнозованих функцій ентомокомплексів за No-till та Mini-till. Статистично значимо виділені вірогідні значення технологічних параметрів, що впливають на трофічні ланцюги комах-фітофагів і корисних видів організмів агроценозів [3, с. 64–70; 4, с. 71–73].

У зв'язку із цим уточнені оптимальні методи побудови гібридних систем обробки інформації щодо механізмів стійкості структури ентомокомплексу кукурудзи за інтенсивних технологій і біологічно-орієнтованих регульованих заходах захисту польових культур у регіоні досліджень. За результатами спостережень систематизована архітектура шляхів реалізації мереж базисної функції сучасних угруповань ґрунтоживучих видів комах-фітофагів зі збереженням стабільно-пластичних функцій за використанням сумішей інсектицидів [4, с. 72–78].

Дослідження проводили на тимчасових виробничих дослідах, закладених у Київській, Вінницькій, Полтавській та Черкаській областях. Виявлення і обліку комах-фітофагів проводили за загальноприйнятих методик: “Методичні рекомендації щодо складання прогнозу розвитку та обліку багатодітних шкідників, шкідників та хвороб зернових, зернобобових культур, багаторічних трав (для оцінки економічних результатів господарської діяльності) [Борзих О.І., Ретьман С.В., Чайка В.М. та ін.], -К.: Державна Служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів 2019 рік – 144с.

Окремі аспекти теоретичного та методично обґрунтованого практичного розв'язання проблеми захисту з кукурудзи від комплексу видів комах-фітофагів, а також підвищення ефективності інтегрованого захисту рослин визначені за No-till та Mini-till відповідно регіональної агротехніки.

**Результати та обговорення.** В роки досліджень за монокультури кукурудзи у шарі ґрунту 0-10 см виявлені дротяники степового ковалика, які були уражені ентомопатогенними нематодами до 7,3% виявлених личинок коваликів. Проникнення нематод до тіла личинки-господаря відбулося активно у процесі міграції шкідників до кореневої системи кукурудзи. Ці особливості відмічені головним

чином у більш зволжених ділянках досліду [2, с. 96–99; 5, с. 115–118]. Зокрема, за інтенсивної міграції дротяників. Однак, широкомасштабної локалізації ентомопатогенних нематод за No-till не відмічено. Це свідчить про нові механізми саморегуляції личинок коваликів із сформованим процесом розпізнавання та адаптації нематод до дротяники і виникнення інфекції. Отже, особливості розвитку, розмноження та динаміки поведінки нематод є важливим для моделювання чисельності і шкідливості ґрунтоживучих комах-фітофагів і їх паразитів за ресурсощадного вирощування кукурудзи у Лісостепу України [6, с. 96–100]. Відмічені екологічні особливості інвазійних стадій виявлених нематод у тілі дротяників за досліджених чинників інтенсифікації вирощування кукурудзи є основою прогнозування їх чисельності в агроценозах за No-till.

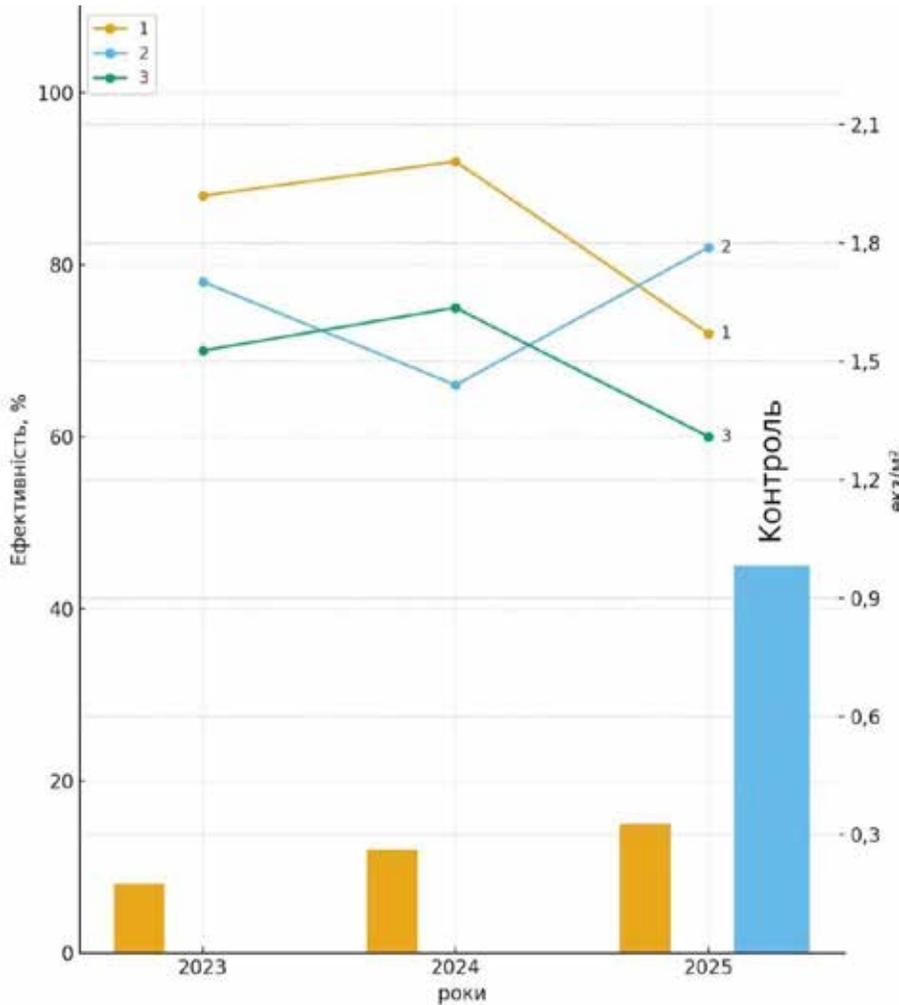


Рис. 1. Інсектицидний контроль ґрунтоживучих комах-фітофагів за No-till (Полтавська обл. ПП В. Обухівське, 2023-2025р.р.)

Таблиця 1

**Агроекономічна ефективність хімічного захисту кукурудзи  
від ґрунтових комах-фітофагів**

Варіанти, д.р.	Технічна ефективність проти ґрунтоживучих фітофагів, %	Урожайність, т/га	Рентабельність, %
1.Контроль	-	5,1	23,7
2.д.р. Імідаклоприд	81,3	7,9	127,0
3.д.р. Тіаметоксам	86,9	8,3	139,1
4.д.р. Імідаклоприд+Тіаметоксам	91,6	9,0	146,3

**Висновки.** Встановлено, що при No-till та Mini-till Моніторинг комплексу ґрунтоживучих і мігруючих видів комах-фітофагів за визначених чинників антропо-лічного абіотичного і біотичного рівнів високоефективно забезпечує контроль фітофагів на видовому і популяційному рівнях. [4, с. 73–79].

За економічно й екологічно оптимізованих профілактичних заходів захисту посівів кукурудзи від ґрунтоживучих видів шкідників у короткоротаційних польових сівозмiнах доцільно залучати побічну продукцію, зокрема сидеральні культури: вика, 15%+ горох, 15%+ люпин, 10%+ соя, 10%+ гречка, 15%+ овес, 35%. Це сприяє механізмам стійкості кукурудзи до фітофагів і підвищенню врожайності районованих гібридів на 23-27% та отримано умовно чистого доходу 16500 – 19300 грн/га [5, с. 112–118].

Розроблено методику раціональних ресурсів ошадних технологій вирощування кукурудзи з урахуванням дії та після дії застосованих засобів хімізації угідь із біологічно-орієнтованими заходами контролю коваліків та інших комах-фітофагів у короткоротаційних польових сівозмiнах. [1, с. 85–100; 7, с. 55–58].

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Методичні рекомендації щодо складання прогнозу розвитку та обліку шкідників і хвороб технічних культур (для оцінки економічних результатів господарської діяльності) / [Борзих О.І., Ретьман С. В., Федоренко В. П. Саблук В. Т., Запольська Н.М., Шендрік Р.Я., Боровська І.Ю., Мамрай В. В. Челомбітко А. Ф., Стефківський В. М., Баннікова К.В., Орлова О. М., Сидорчук О.В., Чекан К.В.]. – К. : Державна служби України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів, 2019 рік. – 119 с.

2. Сахненко В.В., Сахненко Д.В. Моделювання структур ентомокомплексів зернових культур Лісостепу. Збірник наукових Праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2018. № 2. С. 92-100.

3. Доля М.М., Мороз С.Ю., Кострич Д.В., Мамчур Р.М., Стеківська Ю.Л. Моніторинг і контроль механізмів резистентності фітофагів за короткоротаційних польових сівозмiн в умовах глобалізації агроценозів Лісостепу України. Таврійський вісник № 131 С. 64-73.

4. Доля М.М., Мороз С.Ю., Кострич Д.В., Мамчур Р.М., Стефківська Ю.Л., Концепція формування і особливості контролю фітосанітарного стану сучасних агроценозів України. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво 2023. С. 71-79.

5. Сахненко В. В., Сахненко Д. В., Агроекологічне обґрунтування захисту зернових культур від шкідників при новітніх системах землеробства у Лісостепу

України. Подільський вісник. Сільське господарство, техніка, економіка. 2018. № 28. С. 112-119.

6. Сахненко В.В., Сахненко Д.В. Моделювання структур ентомокомплексів зернових культур у Лісостепу. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2018. № 2. С. 92-100.

7. Доля М.М., Мороз С.Ю., Кострич Д.В., Мармур Р.М. Обґрунтування заходів захисту нуту від шкідників за ресурсоощадних технологій у Степу України. Таврійський вісник № 132 2023. С. 54-58

Дата першого надходження рукопису до видання: 12.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

УДК 631.527.2:633.15(477.41/42)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.4>

## ГОСПОДАРСЬКА ОЦІНКА НАЙБІЛЬШ ПОШИРЕНИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ТА ПІВНІЧНІЙ ЧАСТИНІ ЖИТОМИРЩИНИ

**Руденко Ю.Ф.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій у рослинництві

Поліський національний університет

[orcid.org/0000-0002-4112-9746](https://orcid.org/0000-0002-4112-9746)

**Столяр С.Г.** – к.с.-г.н.,

завідувач кафедри технологій у рослинництві, доцент

Поліський національний університет

[orcid.org/0000-0001-5925-2008](https://orcid.org/0000-0001-5925-2008)

**Деребон І.Ю.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій у рослинництві

Поліський національний університет

[orcid.org/0000-0002-6139-6286](https://orcid.org/0000-0002-6139-6286)

У статті наведено результати польових досліджень щодо господарської та біологічної оцінки найбільш поширених ранньостиглих і середньоранніх гібридів кукурудзи в умовах центральної та північної частини Житомирської області. Метою дослідження було визначення продуктивності, адаптивності, вологості зерна на момент збирання та економічної ефективності вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості для обґрунтування доцільності їх використання у виробничих умовах Лісостепу. Дослідження проводили упродовж 2024–2025 рр. в умовах ПП «Райгородське» Бердичівського району Житомирської області. У процесі досліджень проводили фенологічні спостереження, облік висоти рослин, визначення вологості зерна на момент збирання та врожайності зерна з перерахунком на стандартну вологість. Результати досліджень показали, що середньоранні гібриди формували вищу середню врожайність зерна (10,64 т/га) порівняно з ранньостиглими (10,10 т/га), проте характеризувалися підвищеною вологістю зерна на момент збирання. Найвищу врожайність у групі ранньостиглих гібридів забезпечили Пивиха (10,8 т/га) та Меотіда (10,6 т/га), які достовірно перевищили стандарт. Серед середньоранніх гібридів максимальні показники врожайності сформували LG 31240 (11,8 т/га) та DKS 3730 (11,3 т/га). Дисперсійний аналіз підтвердив статистично значущий вплив гібриду на формування врожаю ( $p < 0,05$ ). Економічний аналіз засвідчив, що, незважаючи на вищу врожайність, середньоранні гібриди потребують додаткових витрат на сушіння зерна, тоді як окремі ранньостиглі гібриди поєднували достатньо високий рівень урожайності з нижчою вологістю зерна, що підвищувало загальну рентабельність виробництва. Отримані результати свідчать про доцільність диференційованого підходу до вибору гібридів кукурудзи з урахуванням групи стиглості, урожайності, вологості зерна та економічної ефективності їх вирощування в умовах центральної та північної Житомирщини.

**Ключові слова:** кукурудза, гібриди, урожайність зерна, групи стиглості, вологість зерна, економічна ефективність.

**Rudenko Yu.F., Stolyar S.H., Derebon I.Yu. Economic evaluation of the most common corn hybrids in the central and northern parts of the Zhytomyr region**

The article presents the results of field studies on the economic and biological evaluation of the most common early-maturing and mid-early corn hybrids in the central and northern parts of the Zhytomyr region. The aim of the study was to determine the productivity, adaptability, grain

© Руденко Ю.Ф., Столяр С.Г., Деробон І.Ю., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

moisture content at the time of harvesting, and economic efficiency of growing corn hybrids of different maturity groups to justify their use in the production conditions of Polissya. The research was conducted during 2024–2025 at the Raigorodske private farm in the Berdychiv district of the Zhytomyr region. During the research, phenological observations were made, plant height was recorded, grain moisture content at the time of harvest was determined, and grain yield was calculated based on standard moisture content. The results of the research showed that mid-early hybrids formed a higher average grain yield (10.64 t/ha) compared to early-maturing ones (10.10 t/ha), but were characterized by increased grain moisture at the time of harvesting. The highest yield in the group of early-maturing hybrids was provided by Pivkha (10.8 t/ha) and Meotida (10.6 t/ha), which significantly exceeded the standard. Among the mid-early hybrids, the maximum yield indicators were achieved by LG 31240 (11.8 t/ha) and DKS 3730 (11.3 t/ha). Dispersion analysis confirmed the statistically significant influence of the hybrid on yield formation ( $p < 0.05$ ). Economic analysis showed that, despite higher yields, mid-early hybrids require additional costs for grain drying, while some early-maturing hybrids combined a sufficiently high yield with lower grain moisture content, which increased the overall profitability of production. The results obtained indicate the advisability of a differentiated approach to the selection of corn hybrids, taking into account the maturity group, yield, grain moisture content, and economic efficiency of their cultivation in the conditions of central and northern Zhytomyr region.

**Key words:** corn, hybrids, grain yield, maturity groups, grain moisture content, economic efficiency.

**Актуальність теми дослідження.** Кукурудза є однією з ключових зернових культур у структурі посівних площ України та відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки, кормової бази та експортного потенціалу держави. Житомирська область, зокрема її центральна та північна частини, належить до провідних регіонів із вирощування кукурудзи на зерно, що зумовлено поєднанням сприятливих ґрунтово-кліматичних умов та зростаючого попиту на зернову продукцію. За період 2015–2025 рр. площі посівів кукурудзи в області зросли більш ніж на 95 % – з 130 тис. га до понад 280 тис. га, що свідчить про значне посилення її ролі у сільськогосподарському виробництві регіону [1, 2].

Агроекологічні умови Житомирщини загалом відповідають біологічним потребам кукурудзи та потенційно забезпечують формування врожайності зерна на рівні 7–9 т/га. Водночас фактична середня врожайність у більшості сільськогосподарських підприємств області за останнє десятиріччя залишається нижчою від потенційно можливої та становить близько 6–7 т/га. Це свідчить про наявність нереалізованих резервів продуктивності, пов'язаних насамперед із недосконалим добром гібридів, недостатньою адаптацією технологій вирощування до конкретних ґрунтово-кліматичних умов та обмеженим урахуванням біологічних особливостей культури [3].

Однією з основних складових сучасних інтенсивних технологій вирощування кукурудзи є використання високопродуктивних, екологічно пластичних та адаптованих до регіональних умов гібридів. На сьогодні до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, внесено близько 1000 сортів і гібридів кукурудзи, з яких понад 300 рекомендовані для вирощування на зерно в умовах Житомирської області. Така різноманітність генетичного матеріалу суттєво ускладнює вибір оптимальних гібридів для конкретних виробничих умов, особливо з урахуванням мінливості погодних факторів, ґрунтових відмінностей та специфіки північної межі зони вирощування культури [4, 5].

Практика свідчить, що значна частина гібридів, зокрема іноземної селекції, демонструє добру адаптивність до умов Лісостепу, проте їх господарська цінність у конкретних мікронах регіону часто залишається недостатньо вивченою. У зв'язку з цим великі аграрні підприємства змушені проводити власні виробничі

випробування, що не завжди супроводжуються науково обґрунтованою методикою оцінки та порівняння результатів.

Особливої актуальності проблема набуває з огляду на те, що Житомирська область є одним із найпівнічніших регіонів України, де вирощується кукурудза на зерно. Це зумовлює підвищені вимоги до скоростиглості гібридів, їх холодостійкості, здатності до швидкого віддавання вологи зерном та формування врожаю з мінімальною вологістю на момент збирання. Неправильний вибір гібридів у таких умовах може призводити до втрат урожаю, зниження його якості та зростання витрат на післязбиральну доробку.

У зв'язку з наведеним, виникає об'єктивна необхідність проведення науково обґрунтованої господарської оцінки найбільш поширених і перспективних гібридів кукурудзи в умовах центральної та північної частини Житомирської області з метою визначення їх продуктивності, адаптивності та доцільності широкого впровадження у виробництво.

**Постановка проблеми.** За останнє десятиріччя кукурудза на зерно закріпилася як одна з найбільш економічно значущих культур в Україні, що відображено у динаміці посівних площ, валового збору та середньої врожайності. За узагальненими статистичними даними (на основі Держстату) у 2017–2024 рр. площі збирання кукурудзи в Україні коливалися в межах 3,76–5,48 млн га, а середня врожайність – 5,51–7,84 т/га; при цьому високопродуктивним роком був 2018 рік (7,84 т/га), а нижчі показники фіксувалися у посушливі/стресові сезони (наприклад, 2017 р. – 5,51 т/га, 2020 р. – 5,62 т/га). За попередніми підсумками 2024 року на рівні країни врожайність становила близько 6,43 т/га (за зібраних 96% площ на кінець листопада) [6, 7].

Окремі наукові узагальнення останніх років підтверджують, що в Україні площі кукурудзи тривалий час утримувалися переважно у діапазоні 4,5–5,5 млн га, а середня врожайність значною мірою залежить від погодних умов і рівня технологічності виробництва та в середньому становить 6,0–7,5 т/га, тоді як у господарствах із сучасними технологіями може перевищувати 10 т/га. Піковими за виробництвом називають показники 2021 року: площа посівів близько 5,48 млн га, валовий збір – 42,1 млн т, що пояснюється поєднанням розширення площі і сприятливіших умов порівняно з 2020 роком [7].

Паралельно з виробничим розширенням суттєво ускладнився ринок гібридів і підхід до їх вибору. За даними фахових публікацій, станом на лютий 2024 року до Державного реєстру сортів рослин України було внесено 1537 гібридів кукурудзи, причому частка гібридів вітчизняної селекції становила 29%, а іноземної – 71%. Також відзначається висока інтенсивність оновлення реєстру: у 2023 році зареєстровано 236 нових гібридів, у 2022 – 128, у 2021 – 188, що посилює конкуренцію та одночасно ускладнює вибір для конкретних ґрунтово-кліматичних умов [5, 8].

У наукових роботах з агроекологічним районуванням стиглості підкреслюється, що для північніших зон, пріоритетними є гібриди ранньостиглої та середньоранньої груп, оскільки ризики недостигання та підвищеної збиральної вологості зростають зі зміщенням вирощування на північ. У публікаціях також наводиться вітчизняна градація стиглості за ФАО: ранньостиглі – ФАО 150–199, середньоранні – 200–299, середньостиглі – 300–399, середньопізні – 400–500, пізньостиглі – 501–600, що використовується як базова рамка для добору гібридів під конкретний регіон [9, 10].

Результати польових досліджень останніх років свідчать, що реалізація потенціалу гібридів істотно залежить не лише від генотипу, а й від елементів технології

виросування, насамперед системи удобрення та параметрів посіву. Автори підкреслюють істотну різницю між групами стиглості за реакцією на норми висіву та живлення, що підтверджує потребу добору гібридів у зв'язці «генотип × технологія × умови року» [10].

Окремим предметом уваги сучасних публікацій є зниження витрат на післязбиральну доробку через мінімізацію збиральної вологості та добір гібридів із кращою вологовіддачею. У наукових джерелах підкреслюється, що гібриди в широкому діапазоні ФАО (умовно 200–500) за сприятливої технології можуть забезпечувати високі рівні врожайності (наводяться орієнтири 12,0–14,5 т/га) за цільової вологості зерна 12–14%, що напряму пов'язує з енергоощадністю та економікою виробництва (витрати на досушування, «тонно-відсотки» тощо) [11].

Для Житомирської області актуальність тематики підсилюється фактом розширення посівів і зміщення виробництва кукурудзи на північніші території. За повідомленнями офіційних інформаційних ресурсів, у 2024 році в області відмічалось збільшення площ під кукурудзою (на 7,8 тис. га порівняно з попереднім роком), що вказує на зростання потреби у науково обґрунтованому доборі гібридів, адаптованих до умов центральної та північної частин Житомирщини [6, 12].

Отже, аналіз сучасних досліджень показує: (1) виробництво кукурудзи в Україні характеризується значною варіабельністю врожайності (приблизно 5,5–7,8 т/га за останні роки) та чутливістю до погодних стресів; (2) різке зростання кількості гібридів у реєстрі (понад 1500) і домінування іноземної селекції формують проблему коректного вибору «кращих» гібридів саме для локальних умов; (3) доведено суттєвий вплив технологічних елементів (особливо удобрення) на реалізацію потенціалу гібридів; (4) для північних регіонів критично важливими стають показники скоростиглості та збиральної вологості. У зв'язку з цим зберігається практична й наукова потреба у господарській оцінці найбільш поширених гібридів кукурудзи саме в умовах центральної та північної Житомирщини з урахуванням продуктивності, адаптивності та технологічної придатності (зокрема, вологовіддачі).

**Методика досліджень.** Польові дослідження проводилися упродовж 2024–2025 рр. в умовах ПП «Райгородське» Бердичівського району Житомирської області.

У польовому досліді здійснювали господарську оцінку ранньостиглих та середньоранньостиглих гібридів кукурудзи різного походження, що є поширеними або перспективними для вирощування в умовах центральної та північної частини Житомирської області.

До групи ранньостиглих гібридів було включено п'ять сортозразків, з яких стандартом слугував гібрид LG 30215 селекції компанії Limagrain (Франція). Для порівняння вивчали гібриди DKS 3014 та DKS 3247 селекції компанії Monsanto (США), а також вітчизняні гібриди Пивиха (селекція Інститут зернових культур НААН, Україна) та Меотида (Україна).

Групу середньоранньостиглих гібридів формували також із п'яти сортозразків. Стандартом у цій групі був гібрид Liberty селекції компанії Euralis (Франція). Досліджуваними гібридами були DKS 3527, DKS 3730 та DKS 3609 селекції компанії Monsanto (США), а також LG 31240 селекції компанії Limagrain (Франція).

Польовий дослід закладали за загальноприйнятою методикою із чотириразовою повторністю та випадковим розміщенням сортозразків у межах кожної повторності, що забезпечувало репрезентативність і статистичну надійність отриманих результатів. Площа облікової ділянки становила 150 м<sup>2</sup> (ширина – 3 м, довжина – 50 м).

Попередником кукурудзи у сівозміні був ячмінь ярий, що відповідає вимогам агротехніки культури та забезпечує сприятливі умови для формування її продуктивності. Агротехнічні заходи під час проведення дослідів здійснювали відповідно до зональних рекомендацій для умов Лісостепу з урахуванням біологічних особливостей кукурудзи та груп стиглості гібридів.

Грунтовий покрив дослідної ділянки за агрохімічними та агрофізичними показниками відповідав типовому середньосуглинковому чорнозему, що є характерним для центральної та північної частини Житомирської області та загалом сприятливим для вирощування кукурудзи на зерно.

Середні агрохімічні показники орного шару ґрунту (0–30 см) характеризувалися достатнім рівнем родючості: вміст гумусу становив 5,4 %, легкогідролізованого азоту – 6,4 мг/100 г ґрунту, рухомих сполук фосфору – 5,6 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 18,3 мг/100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину була слабкокислою, із показником рН 6,1, що відповідає оптимальним умовам живлення рослин кукурудзи та забезпечує добру доступність основних елементів мінерального живлення.

У процесі вегетації проводили фенологічні спостереження за ростом і розвитком досліджуваних гібридів кукурудзи відповідно до загальноприйнятих методик. Облік включав визначення тривалості основних фаз органогенезу, висоти рослин, динаміки формування генеративних органів, а також вологості зерна на етапах досягання. Урожайність зерна визначали методом суцільного обліку з кожної облікової ділянки з подальшим перерахунком на стандартну вологість.

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали з використанням дисперсійного аналізу, що дало змогу оцінити достовірність впливу досліджуваних факторів і варіабельність показників продуктивності між гібридами. Різницю між середніми значеннями оцінювали за відповідними критеріями значущості.

Окрім біологічної оцінки, було проведено економічний аналіз зернової продуктивності гібридів кукурудзи, який включав розрахунок виходу товарного зерна, потенційної виручки та порівняльної економічної ефективності вирощування залежно від рівня врожайності та вологості зерна на момент збирання.

**Результати досліджень.** Результати спостережень у досліді показали, що всі гібриди розвивалися однаково у всіх групах стиглості: ранні гібриди мали період росту від 117 до 120 днів, тоді як середньоранні гібриди в середньому становили від 122 до 125 днів.

Звичайно відмінність загального вигляду та особливостей росту і розвитку рослин залежить від специфічних характеристик кожного гібриду. Так проведені нами фенологічні спостереження та обліки за інтенсивністю росту і розвитку рослин показали, що усі гібриди мали не лише відмінність у активності перебігу рослинами фенофаз а і відрізнялись силою і висотою росту (рис. 1.).

Навіть в межах однієї групи стиглості ранні гібриди демонстрували широкий діапазон висоти, причому ранні гібриди коливалися від 227 до 268 см, а середньоранні гібриди – від 224 до 286 см. Це пов'язано з різними характеристиками кожного гібрида. Однак варто відмітити, що загалом рослини середньостиглих гібридів були приблизно на 15-20 см вищими за ранні гібриди.

Варто зазначити, що всі досліджувані гібриди значно активніше зростали протягом вегетаційного періоду 2025 року, що у порівнянні з 2024 роком, відзначилось на збільшенні висоти рослин. Насамперед це пояснюється оптимальним вологозабезпеченням та помірними температурами протягом першої половини вегетаційного періоду. За роки досліджень випадання опадів у вегетаційний період значно відрізнялася, що вплинуло на активність росту і розвитку серед досліджуваних гібридів.

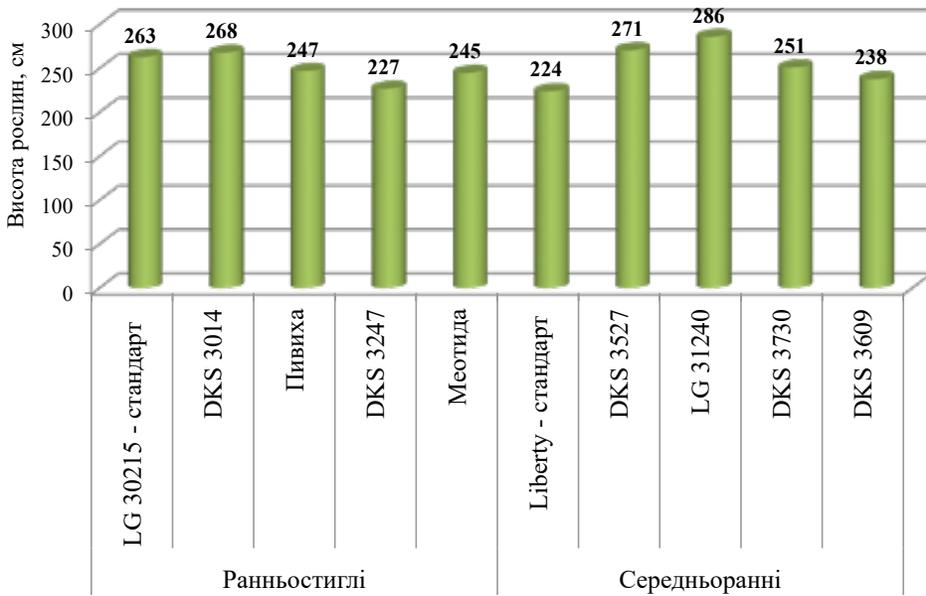


Рис. 1. Висота рослин гібридів кукурудзи, 2024-2025 рр.

Відомо, що одним із основних показників, які впливають на якість врожаю є вологість зерна на період дозрівання його безпосередньо на рослині. Факторами які впливають на показники вологовіддачі зерна є на лише зовнішні погодні умови, типологія ґрунту, рівень агротехніки а насамперед морфолого-біологічні особливості кожного гібрида. Так на період дозрівання зерна досліджувані гібриди значно відрізнялися за інтенсивністю втрати вологи, а тому вологість зерна мала різні показники.

Вміст вологи в зерні після збору врожаю для ранніх гібридів коливався від 22,0% до 24,6%. Серед них гібрид DKS 3247 мав найнижчу вологість – 22,0%, тоді як гібрид Меотида мав найвищу вологість – 24,6% (табл. 1).

Вологість зібраного зерна середньоранніх гібридів коливалася від 24,7% до 211,8%, що на 3-4% вище, ніж у ранніх гібридів. Гібрид DKS 3730 мав найнижчу вологість – 24,7%, а гібрид LG 31240 – 21,8%. Вологість зібраного зерна є важливою при виборі гібрида, оскільки вища вологість збільшує витрати на сушіння.

За період проведення дослідів ми помітили різницю середньої врожайності зерна (при стандартній вологості 14%) як між гібридами так і між групами стиглості.

У групі ранньостиглих гібридів такі гібриди значно перевищили стандарт урожайності: ДН Пивиха, DKS 3247 та Меотида. Найвища врожайність гібрида ДН Пивиха становила 10,8 т/га.

У групі середньоранніх гібридів ситуація була іншою. Лише три гібриди значно перевищили стандарт по урожайності: DKS 3527, LG 31240 та DKS 4178. LG 31240 мав найвищу врожайність – 11,8 т/га. Решта середньоранніх гібридів не перевищили стандарт урожайності, а їхня врожайність була на рівні стандарту. Загалом, варто зазначити, що середньоранні гібриди мали значно вищу врожайність, ніж ранні гібриди.

Таблиця 1

**Вологість зерна на час збирання врожаю  
досліджуваних гібридів кукурудзи, 2024-2025**

№ з/п	Гібрид	Вологість зерна на час збирання врожаю, %
Ранньостиглі		
1	LG 30215 <i>стандарт</i>	22,8
2	DKS 3014	24,3
3	Пивиха	23,8
4	DKS 3247	22,0
5	Меотида	24,6
Середньоранні		
6	Liberty <i>стандарт</i>	26,3
7	DKS 3527	25,6
8	LG 31240	21,8
9	DKS 3730	24,7
10	DKS 3609	27,3

Таблиця 2

**Урожайність зерна гібридів кукурудзи (2024-2025 рр.)**

№ з/п	Гібрид	Врожайність, т/га	± до стандарту
Ранньостиглі			
3	Пивиха	10,8	+1,6
4	DKS 3247	10,1	+0,9
5	Меотида	10,6	+1,4
Середньоранні			
6	Liberty <i>стандарт</i>	10,3	-
7	DKS 3527	9,6	-0,7
8	LG 31240	11,8	+1,5
9	DKS 3730	11,3	+1,0
10	DKS 3609	10,2	-0,1

Дисперсійний аналіз урожайності зерна показав статистично значущий вплив гібриду на формування врожаю в обох групах стиглості ( $p < 0,05$ ).

У групі ранньостиглих гібридів найвищі показники врожайності достовірно перевищували стандарт LG 30215 гібриди Пивиха (+1,6 т/га) та Меотида (+1,4 т/га), що свідчить про їх кращу адаптацію до умов дослідю. Гібриди DKS 3014 та DKS 3247 також мали тенденцію до перевищення стандарту, однак різниця була менш вираженою.

У групі середньоранніх гібридів істотну перевагу над стандартом Liberty забезпечили LG 31240 (+1,5 т/га) та DKS 3730 (+1,0 т/га). Гібрид DKS 3527 поступався стандарту на 0,7 т/га, що свідчить про його нижчу продуктивність у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах центральної та північної Житомирщини.

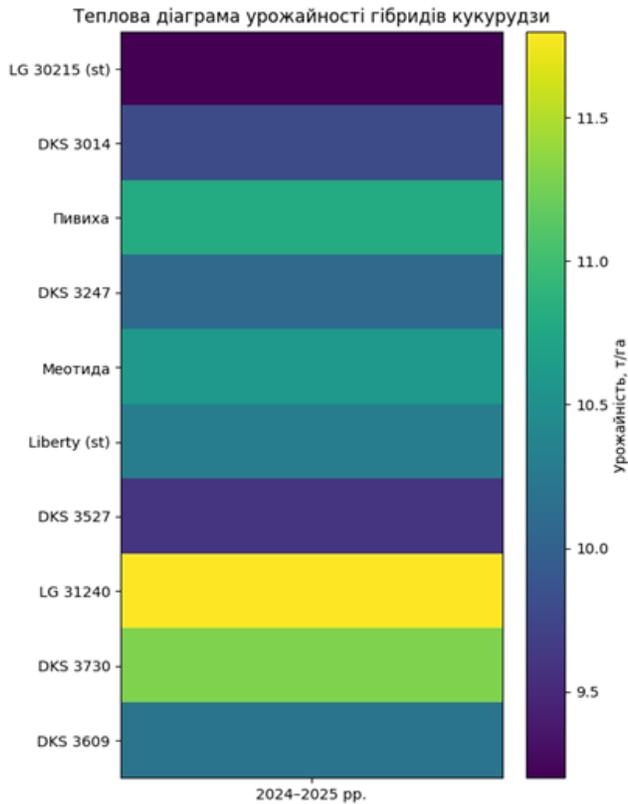


Рис. 2. Теплова діаграма урожайності гібридів кукурудзи, 2024–2025

Загалом середньоранні гібриди формували врожайність у середньому на 0,54 т/га (5,3%) вищу, ніж ранньостиглі, що підтверджує доцільність їх вирощування за умови своєчасного досягання та прийнятної вологості зерна.

Проведений економічний аналіз (з урахуванням усіх витрат на виробництво та сушіння зерна) показує, що в групі ранніх гібридів три з чотирьох гібридів (Пивиха, DKS 3247 та Меотида) значно перевершили стандартний сорт (LG 30215) за прибутком з гектара. Гібрид Пивиха (виробництва ІЗГ НААН, Україна) показав найкращі результати серед ранніх гібридів, отримавши на 148% більше врожайності відносно стандарту.

Середньоранні гібриди, завдяки вищій врожайності, мають значно вищий прибуток з гектара, ніж ранні гібриди. Такі сорти, як DKS 3527, LG 31240 та DKS 4178, досягли значного перевищення цільового показника збільшення врожайності. Серед середньоранніх гібридів найкращі показники економічної ефективності продемонстрував LG 31240 (від Limagrain, Франція) з рентабельністю виробництва зерна на рівні 210%.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Агрокліматичні умови Житомирської області сприятливі для отримання стабільної врожайності ранніх та середньоранніх гібридів кукурудзи. Серед досліджених ранньостиглих гібридів найвищу врожайність мав Пивиха (ІЗГ НААН, Україна) з урожайністю

10,8 т/га при собівартості виробництва 148%. На відміну від ранньостиглих гібридів, середньоранні гібриди мають високу вологість зерна під час збору врожаю, що збільшує витрати на сушіння та знижує прибутки. Найкращим середньораннім гібридом був LG 31240 (Лімагрен, Франція). Цей гібрид досягнув середньої врожайності 11,8 т/га при рентабельності вирощування зерна 210%.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гангур В.В., Єремко Л.С., Руденко В.В. Вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 117. С. 37–43. doi: 10.32851/2226-0099.2021.117.6
2. Дзюбецький Б. В., Рибка В. С., Черчель В. Ю. Скоростиглі гібриди як фактор енерго- і ресурсозбереження у виробництві зерна кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 53. С. 27–36.
3. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Венедіктов О. М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця : ФОП Данилюк В. Г., 2011. 432 с.
4. Оничко В. І., Штукін М. О. Оптимальні строки сівби гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2016. Вип. 2 (31). С. 214–218.
5. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (кукурудза) Електронний ресурс. Міністерство аграрної політики та продовольства України, 2024. URL: <https://sops.gov.ua> (дата звернення 10.12.2025)
6. Кукурудзяна статистика: площі, валовий збір та урожайність зернової за 2017-2024 рр. URL: [https://superagronom.com/articles/764-kukurudzyana-statistika-ploschi-valoviy-zbir-ta-uroжайnist-zernovoyi-za-2017-2024-rr?utm\\_source=chatgpt.com](https://superagronom.com/articles/764-kukurudzyana-statistika-ploschi-valoviy-zbir-ta-uroжайnist-zernovoyi-za-2017-2024-rr?utm_source=chatgpt.com) (дата звернення 12.12.2025)
7. Державна служба статистики України. Електронний ресурс. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>. (дата звернення 12.12.2025)
8. Ринок зернових України – попит та пропозиція: кукурудза, пшениця і ячмінь. 11 листопада 2022 р. URL: <https://agropolit.com/blog/513-rinok-zernovihukrayini--porit-ta-propozitsiyakukurudza-pshenitsya-i-yachmin> (дата звернення 15.12.2025)
9. Світовий ринок кукурудзи та місце України на ньому. 2020. № 10 (288) URL: <https://pricereview.com.ua/articles/svitovij-rinok-kukurudzi-ta-misceukra%D1%97ni-na-nomu> (дата звернення 15.12.2025)
10. Конащук О. П., Кляуз М. А., Колпакова О. С. Особливості технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2013. Вип. № 59. С. 91-94
11. Белов Я. В. Напрями оптимізації технологій вирощування кукурудзи за умов змін клімату. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 74–81.
12. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В., Задорожний В. С. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від агрокліматичних умов вирощування. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2021. Вип. 3. С. 45–56.

Дата першого надходження рукопису до видання: 21.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.88.582: 998.2:631.55 (477.4)  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.5>

## УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ ВАСИЛЬКІВ СПРАВЖНІХ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ ТА ГУСТОТИ ВИСАДЖУВАННЯ РОЗСАДИ

**Созикін А.В.** – аспірант кафедри рослинництва, селекції та насінництва,  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»  
[orcid.org/0000-0003-0674-4222](https://orcid.org/0000-0003-0674-4222)

У статті розглянуто питання встановлення впливу строку та густоти висаджування розсади на урожайність різних сортів васильків справжніх за вирощування в умовах Лісостепу західного. Проведено розрахунки економічної ефективності вирощування васильків справжніх залежно від факторів експерименту.

Для досліджень підібрано сорти васильків справжніх: Маріан, Філософ та Кіра. Вивчалися різні строки висаджування розсади (III декада квітня, I, II та III декада травня). Розсаду висаджували з кількістю рослин на один метр погонного рядка: 3, 4, 5 штук.

В результаті проведених обліків, спостережень та аналізів встановлено істотну різницю між досліджуваними сортами васильків справжніх за особливостями формування габітусу рослин, зокрема висотою, шириною куща, облистненістю рослин. Експериментально встановлено вплив окремих технологічних факторів на ріст, розвиток та формування продуктивності васильків справжніх при вирощуванні в умовах Лісостепу західного. Виявлено різну реакцію досліджуваних сортів васильків справжніх на строки висаджування розсади та густоту рослин на один метр погонний.

Експериментально встановлено, що досліджувані сорти васильків справжніх по-різному реагували на строк висаджування розсади. Для сорту Маріан кращим виявився контрольний строк висаджування розсади у першій декаді травня, отримавши 43,5% листків, а для сорту Кіра кращим строком була III декада квітня з показником 52,8% листків. Оптимальні показники урожайності листків забезпечив сорт васильків справжніх Кіра з урожайністю в межах 12,9-15,4 т/га, що перевищувало контрольний варіант на 0,4-2,4 т/га.

Розрахунки економічної ефективності показали, що вирощування досліджуваних сортів васильків справжніх за досліджуваних технологічних заходів було економічно доцільним. Вартість валової продукції у розрізі варіантів коливалась в межах 585000-770000 грн / га, умовно-чистий прибуток – від 312449-43664 грн / га. Максимальний рівень рентабельності 147% був у сорту васильків справжніх Кіра за висаджування розсади у III декаді квітня з густотою 4 штуки на метр погонний, що перевищувало контрольний варіант на 7%.

**Ключові слова:** васильки справжні, сорт, строк садіння розсади, кількість рослин на 1 метр погонний, урожайність, умовно-чистий прибуток, рівень рентабельності.

### **Sozykin A.V. Yield and economic feasibility of growing sweet basil varieties depending on the timing and planting density of seedlings**

The article considers the issue of determining the influence of the timing and density of planting seedlings on the yield of different varieties of fragrant basil when grown in the conditions of the Western Forest-Steppe. Calculations of the economic efficiency of sweet basil cultivation depending on the experimental factors were carried out.

The following sweet basil varieties were selected for the research: Marian, Philosopher, and Kira. Different seedling transplanting dates were studied (the third ten-day period of April; the first, second, and third ten-day periods of May). Seedlings were transplanted at densities of 3, 4, and 5 plants per linear meter of row.

*As a result of records, observations, and analyses, a significant difference was established among the studied sweet basil varieties in terms of plant habitus formation, particularly plant height, bush width, and leafiness. The influence of individual technological factors on growth, development, and productivity formation of sweet basil under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe was experimentally confirmed. Different responses of the studied sweet basil varieties to seedling transplanting dates and plant density per linear meter were revealed.*

*It was experimentally determined that the studied sweet basil varieties responded differently to the timing of seedling transplanting. For the Marian variety, the control transplanting date in the first ten-day period of May proved to be the best, providing 43.5% leaf yield, whereas for the Kira variety, the optimal transplanting time was the third ten-day period of April, with a leaf yield of 52.8%. Optimal leaf yield indicators were ensured by the Kira sweet basil variety, with yields ranging from 12.9 to 15.4 t/ha, which exceeded the control variant by 0.4–2.4 t/ha.*

*Calculations of economic efficiency showed that cultivation of the studied sweet basil varieties using the investigated technological practices was economically feasible. The gross output value across variants ranged from 585,000 to 770,000 UAH/ha, while conditional net profit ranged from 312,449 to 436,644 UAH/ha. The maximum profitability level of 147% was observed for the Kira sweet basil variety when seedlings were transplanted in the third ten-day period of April at a planting density of 4 plants per linear meter, which exceeded the control variant by 7%.*

**Key words:** *sweet basil, variety, seedling transplanting date, number of plants per linear meter, yield, conditional net profit, profitability level.*

**Постановка проблеми.** Серед ряду овочевих та лікарських рослин заслуговують на увагу васильки справжні (*Ocimum basilium L.*), оскільки ця культура має широкий спектр застосування (харчова, медична і парфумерна промисловості).

У кулінарії васильки справжні використовують при виготовленні ковбас, консервів, в сухому вигляді – як приправу або додають у суміш приправ [1]. У медицині васильки справжні застосовують як протизапальний, антисептичний та спазмолітичний засоби, а також як антиоксидант [2-6]. Проте, в Україні посівні площі під васильками справжніми незначні, в основному вони зосереджені у невеликих фермерських господарствах і приватному секторі, які на жаль не можуть забезпечити потреби населення у сировині [7]. Серед причин незначних площ, зайнятих під культурою біологічні особливості, які залежать від некерованих чинників. Правильно підібраний сортимент дозволяє збільшити урожайність та покращити якість, подовжити строки його надходження споживачам, підвищити загальний вихід готового продукту. Сорт у технологіях вирощування васильків відводиться особливе місце, він має бути адаптований до ґрунтово-кліматичних умов зони [8]. Правильно підібраний сорт, стійкий до хвороб і шкідників, який був би здатний реалізувати за оптимальних умов вирощування свій генетичний потенціал, є одним із найбільш впливових чинників. Тому, порівняльна оцінка сортів в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, у взаємозв'язку із строком і густотою висаджування розсади є актуальними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В різних ґрунтово-кліматичних умовах проведено ряд досліджень з питань технології вирощування васильків справжніх у відкритому ґрунті та вирощуванні розсади васильків справжніх.

Кучер І.О. рекомендує застосовувати абсорбент ТМ 'MaxiMarin' у формі гелю, що за рахунок покращення водного режиму ґрунту забезпечить отримання урожайності васильків справжніх сорту Бадьорий на рівні 16,43 т/га (+5,4 т/га) та сорту Рутан на рівні 11,29 т/га (+3,53 т/га) й умовному виходу ефірної олії на рівні 158,54 кг/га та 140,82 кг/га відповідно до сорту [9].

Хареба О.В, Могильна О.М. та ін. визначили ефективний температурний і гідротермічний фони для вирощування рослин васильків справжніх відповідно 2906

і 2882 °С та 278,3 і 383,8 мм опадів, за якими формується найбільша урожайність, яка на рівні ГТК 1,2–1,4 стабілізується [10]. Трояновська О.М. присвятила свої дослідження вивченню впливу строків і схем висаджування розсади васильків справжніх на їх продуктивність в умовах Лісостепу західного [11].

Для зацікавленості сільгосптоваровиробників у вирощуванні васильків справжніх, крім ефективності досліджуваних факторів, слід показати економічну доцільність їх вирощування.

**Постановка завдання.** Мета досліджень полягала у встановленні впливу строку та густоти висаджування розсади на урожайність різних сортів васильків справжніх за вирощування в умовах Лісостепу західного.

Нами підбрано для вивчення три сорти васильків справжніх: Маріан, Філософ та Кіра. Вивчались різні строки висаджування розсади (ІІІ декада квітня, І, ІІ та ІІІ декада травня). Розсаду висаджували з кількістю рослин на один метр погонного рядка: 3, 4, 5 штук.

**Виклад основного матеріалу.** Основною рисою соціально-економічного прогресу суспільства є зміцнення і підвищення ефективності аграрного сектору економіки, зокрема, задоволення потреби населення у пряно ароматичній овочевій продукції.

Розрахунки економічної ефективності свідчать про економічну доцільність вирощування васильків справжніх в умовах Лісостепу західного. Залежно від рівня врожайності досліджуваних сортів васильків справжніх вартість валової продукції коливалась в межах 585000-770000 грн/га, максимальна – у сорту Кіра, а мінімальна – у сорту Маріан (табл. 1-3).

Таблиця 1

**Економічна ефективність вирощування васильків справжніх сорту Маріан залежно від строку висаджування розсади та кількості рослин на 1 метр погонний, т/га (середнє за 2023-2025 рр.)**

Строк садіння розсади (В)	Кількість рослин на 1 метр погонний, шт (С)	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Умовно-чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
ІІІ декада квітня	3	11,9	595000	311332	283668	91
	4	12,3	615000	311776	303224	97
	5	12,2	610000	312220	297780	95
І декада травня	3	12,5	625000	311899	313101	100
	4 (контроль)	13,0	650000	312336	337664	108
	5	12,7	635000	312780	322664	103
ІІ декада травня	3	12,2	610000	311899	298101	95
	4	12,7	635000	312336	322664	103
	5	12,5	625000	312780	312220	100
ІІІ декада травня	3	11,7	585000	312449	272551	87
	4	12,0	600000	312896	287104	92
	5	11,9	595000	313340	281660	90

Виробничі витрати показано із врахуванням закупки розсади на 1 га із запланованою густрою 3, 4 та 5 шт на метр погонний, вартість розсади за оптовою ціною всіх сортів складала по 2 грн за рослину. Крім того, різниця у витратах у розрізі строків висаджування розсади залежала від кількості проведених передпосівних культивацій з розрахунку на гектарні витрати пального.

Умовно чистий прибуток – це фінансовий показник, що відображає суму прибутку, яку очікується отримати після віднімання всіх планових витрат. Цей показник за нашими розрахунками коливався в межах 312449-43664 грн / га.

Максимальний прибуток при вирощуванні сорту Маріан 337664 відмічено на варіанті висаджування розсади у I декаді травня з кількістю рослин на 1 метр погонний – 4 шт, це був контрольний варіант. Відповідно на цьому варіанті був максимальний рівень рентабельності – 108%.

Для сорту Філософ найбільший умовно чистий прибуток 412220 грн/га та рівень рентабельності 132% отримано за висаджування розсади у першій декаді травня з густрою 5 рослин на метр погонний (табл. 2).

Таблиця 2

**Економічна ефективність вирощування васильків справжніх сорту Філософ залежно від строку висаджування розсади та кількості рослин на 1 метр погонний, т/га (середнє за 2023-2025 рр.)**

Строк садіння розсади (В)	Кількість рослин на 1 метр погонний, шт (С)	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Умовно-чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
III декада квітня	3	12,4	620000	311332	308668	99
	4	13,0	650000	311776	338224	108
	5	14,0	700000	312220	387780	124
I декада травня	3	12,9	645000	311899	333101	107
	4 (контроль)	13,6	680000	312336	367664	118
	5	14,5	725000	312780	412220	132
II декада травня	3	12,0	600000	311899	288101	92
	4	12,8	640000	312336	327664	105
	5	13,1	655000	312780	342220	109
III декада травня	3	11,9	595000	312449	285551	91
	4	12,1	605000	312896	292104	93
	5	12,4	620000	313340	306660	98

Найкращими економічними показниками сорту васильків справжніх Кіра характеризувався варіант висаджування розсади у третій декаді квітня з кількістю рослин – 4 шт на 1 метр погонний, умовно чистий прибуток на цьому варіанті становив 458224 грн/га, а рівень рентабельності 147%, тобто з перевищенням контрольного варіанту на 7% (табл. 3).

**Висновки.** Оптимальні показники урожайності листків забезпечив сорт васильків справжніх Кіра з урожайністю в межах 12,9-15,4 т/га, що перевищувало контрольний варіант на 0,4-2,4 т/га.

Таблиця 3

**Економічна ефективність вирощування васильків справжніх сорту Кіра залежно від строку висаджування розсади та кількості рослин на 1 метр погонний, т/га (середнє за 2023-2025 рр.)**

Строк садіння розсади (В)	Кількість рослин на 1 метр погонний, шт (С)	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Умовно-чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
ІІІ декада квітня	3	14,7	735000	311332	423668	136
	4	15,4	770000	311776	458224	147
	5	14,9	745000	312220	432780	139
І декада травня	3	14,1	705000	311899	393101	126
	4 (контроль)	15,0	750000	312336	437664	140
	5	14,2	710000	312780	3977220	127
ІІ декада травня	3	13,2	660000	311899	348101	112
	4	14,6	730000	312336	417664	134
	5	13,5	675000	312780	362220	116
ІІІ декада травня	3	12,3	615000	312449	302551	97
	4	13,4	670000	312896	357104	114
	5	12,9	645000	313340	331660	106

Розрахунки економічної ефективності показали, що вирощування сортів васильків справжніх за досліджуваних технологічних заходів було економічно доцільним. Вартість валової продукції у розрізі варіантів коливалась в межах 585000-770000 грн / га, умовно-чистий прибуток – від 312449-43664 грн / га. Максимальний рівень рентабельності 147% був у сорту васильків справжніх Кіра за висаджування розсади у ІІІ декаді квітня з густотою 4 штуки на метр погонний, що перевищувало контрольний варіант на 7%.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Özcan M., Arslan D., Ünver A. Effect of drying methods on the mineral content of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Food Engineering*. 2005. № 69(3). P. 375–379.
2. Hussain A. I., Anwar F., Sherazi S. T. H., Przybylski R. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food chemistry*. 2008. № 108(3). P. 986–995.
3. Hossain F., Follett P., Vu K. D., Salmieri S., Senoussi C., Lacroix M. Radiosensitization of *Aspergillus niger* and *Penicillium chrysogenum* using basil essential oil and ionizing radiation for food decontamination. *Food Control*. 2014. № 45. P. 156–162.
4. Hossain F., Lacroix M., Salmieri S., Vu K., Follett P. A. Basil oil fumigation increases radiation sensitivity in adult *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of stored products research*. 2014. № 59. P. 108–112.
5. Sekar K., Thangaraj S., Babu S. S., Harisaranraj R., Suresh K. Phytochemical constituent and antioxidant activity of extract from the leaves of *Ocimum basilicum*. *Journal of Phytology*. 2009. № 1. P. 408–413.
6. Taie H. A. A., Salama Z. A. E. R., Radwan S. Potential activity of basil plants as a source of antioxidants and anticancer agents as affected by organic and bio-organic

fertilization. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2010. № 38(1). P. 119–127.

7. Улянич О. І., Василенко О. В., Яценко В. В., Кучер І. О. Урожайність і якість васильків справжніх залежно від способу вирощування розсади та строків висаджування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Ч. І. Сільськогосподарські та технічні науки. Вип. 97. 2020. С. 218–228.

8. Улянич О.І., Рогова О.В. Сортова технологія – важливий фактор підвищення урожайності васильків справжніх. *Сучасні інтенсивні сорти та сортові технології у виробництві : матеріали наукової конференції, присвячено 120-річчю від дня народження І.М. Єремєєва*. Умань : ДАУ, 2007. С. 32–34.

9. Кучер І.О. Урожайність васильків справжніх у Правобережному Лісостепу України. Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції у рамках VII наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2022»: *Овочівництво і баштанництво: історичні аспекти, сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку* (1–2 березня 2022 р.). Т.2. ДС «Маяк» ІОБ НААН. 2022. С. 245–254.

10. Хареба О.В., Могильна О.М., Горова Т.К., Позняк О.В., Кормош С.М. Значення екологічної статусметрії у селекції овочевої рослини виду васильки справжні (*osimum basilicum*). *Наукові доповіді НУБіП України*. № 6 (76), 2018. С. 17–34.

11. Трояновська О.М. Вплив строків і схем висадження розсади в базиліка звичайного (*Ocimum basilicum* L) на площу листової поверхні та чисту продуктивність фотосинтезу. *Зб. Наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*. Київ, 2013. Вип. 17. С. 324-327.

Дата першого надходження рукопису до видання: 20.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

UDC 631.8:633.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.6>

## PRODUCTIVITY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF BUCKWHEAT CULTIVATION DEPENDING ON FERTILIZATION SYSTEMS IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN STEPPE

**Sokolovska I.M.** – Ph.D., Associate Professor,

Associate Professor at the Department of Crop Production and Agricultural Engineering,  
Kherson State Agrarian and Economic University

[orcid.org/0000-0003-4256-8852](https://orcid.org/0000-0003-4256-8852)

**Mashchenko Yu.V.** – Ph.D.,

Head of the Scientific and Technological Department for Soil Fertility Conservation,  
Institute of Agriculture of the Steppe, National Academy of Agrarian Sciences

[orcid.org/0000-0001-7965-0193](https://orcid.org/0000-0001-7965-0193)

*Buckwheat plays a key role in Ukraine's agricultural sector, contributing to food security due to its rich composition of nutrients – proteins, microelements, and antioxidants. The relevance of the topic is driven by global trends: the demand for gluten-free and organic products, as well as the need to diversify crop rotations in the steppe zone to preserve soil fertility. Unresolved issues include the optimization of fertilization for maximizing productivity (yield, yield structure) and economic efficiency, especially in the arid climate of the Northern Steppe. Traditional mineral fertilization systems ( $N_{30-60}P_{30-60}K_{30}$ ) increase yields by 20-30 %, but they risk nitrate pollution and plant lodging. Organic and combined fertilization systems (mineral + organic + biopreparation) promise sustainable productivity, but their regional adaptation is insufficiently studied, threatening the competitiveness of buckwheat. The purpose of the study was to determine the impact of mineral, organic, biological, and combined fertilization systems on the productivity and economics of buckwheat in the Northern Steppe, with an emphasis on sustainability and local adaptation. The research was conducted on experimental plots of Institute of Agriculture of the Steppe of the NAAS, where variants were established: control, mineral system ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ), organic system (post-harvest residues of the previous crop), biologized fertilizer system, and their combinations. The highest yield indicators, 1.62 t/ha (+83.2 % compared to the control), were obtained using the organo-mineral biologized fertilization system; without the biological component, this system allowed forming a yield of 1.50 t/ha, +70.2 % compared to the control. Higher productivity of buckwheat was also ensured by the combined biologized fertilization system – 2.43 t/ha (+82.7 %) grain units, 3.05 t/ha (+82.6 %) feed units, and 0.24 t/ha (+84.6 %) digestible protein units. With the increase in nutrient elements, the intensity of productivity growth decreased to 7.5 %, 7.3%, 9.09 %, respectively. The highest economic efficiency of buckwheat cultivation was achieved using the organo-mineral biologized fertilization system (conditional net profit 13890 UAH/ha, +310.2 % with a profitability of 69.0 %), with costs of 20130 UAH/ha, covered by the interaction of all nutrient elements. Thus, innovative approaches, including organic and biological components of the fertilization system, can be key to sustainable buckwheat cultivation under climate change conditions.*

**Key words:** buckwheat, fertilization systems, buckwheat productivity, biologization, economic efficiency of buckwheat cultivation.

**Соколовська І.М., Мащенко Ю.В. Продуктивність та економічна ефективність вирощування гречки залежно від систем удобрення в умовах Північного Степу**

*Гречка відіграє ключову роль в аграрному секторі України, сприяючи харчовій безпеці завдяки багатому складу поживних речовин – білкам, мікроелементам та антиоксидантам. Актуальність теми зумовлена глобальними тенденціями: попитом на безглютенові*

та органічні продукти, потребою в диверсифікації сівозмін степової зони для збереження ґрунтової родючості. Незвирені проблеми включають оптимізацію удобрення для максимізації продуктивності (урожайність, структура врожаю) та економічної ефективності, особливо в умовах Північного Степу з посушливим кліматом. Традиційні мінеральні системи удобрення ( $N_{30-60}P_{30-60}K_{30}$ ) підвищують урожай на 20–30 %, але ризикують забрудненням нітратами та виляганням рослин. Органічні та комбіновані системи удобрення (мінеральні + органічні + біопрепарати) прогноують сталу продуктивність, але їх регіональна адаптація недостатньо вивчена, що загрожує конкурентоспроможності гречки. Метою роботи було визначення впливу мінеральної, органічної, біологізованої та комбінованих систем удобрення на продуктивність і економіку гречки в Північному Степу, з акцентом на сталість та локальну адаптацію. Дослідження проводили на дослідних ділянках Інституту сільського господарства Степу НААН, де заклали варіанти: контроль, мінеральні ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ), органічні (поживні рештки попередньої культури), біопрепарат та їх комбінації. Вищі показники врожайності, 1,62 т/га (+83,2 % до контролю) отримали при використанні орґано-мінеральної біологізованої системи удобрення, без біологічного компонента ця система дозволяла сформувати врожайність на рівні 1,50 т/га, +70,2 % до контролю. Вищу продуктивність гречки забезпечувала також комбінована біологізована система удобрення – 2,43 т/га, (+82,7 %) зернових одиниць, 3,05 т/га (+82,6 %) кормових одиниць та 0,24 т/га (+84,6 %) одиниць перетравного протеїну. Із збільшенням елементів живлення інтенсивність приросту продуктивності зменшувалася до 7,5 %, 7,3 %, 9,09 % відповідно. Найвищу економічну ефективність вирощування гречки отримали при використанні орґано-мінеральної біологізованої системи удобрення (умовно чистий прибуток 13890 грн/га, +310,2 % за рентабельності 69,0 %), з витратами 20130 грн/га, які покривалися взаємодією всіх елементів живлення. Таким чином, інноваційні підходи, включаючи органічні та біологічні компоненти системи удобрення можуть бути ключовими для сталого вирощування гречки в умовах кліматичних змін.

**Ключові слова:** гречка, системи удобрення, продуктивність гречки, біологізація, економічна ефективність вирощування гречки.

**Formulation of the problem.** Buckwheat is an important crop in Ukraine's agricultural sector, ensuring food security due to its high content of nutrients, including proteins, microelements, and antioxidants. According to the State Statistics Service of Ukraine, the sown areas under buckwheat in 2024 amount to about 70 thousand hectares, with an average yield of 1.0-1.5 t/ha, which is significantly below the potential (up to 2.5 t/ha). The relevance of the problem presented in the article is driven by global challenges: the growing demand for gluten-free products and organic grains, as well as the need to diversify crop rotations in the steppe zone to preserve soil fertility. Unresolved issues remain regarding the optimization of fertilization systems to maximize productivity (yield, yield structure) and economic efficiency. The lack of regionally adapted recommendations leads to inefficient resource use, reduced competitiveness of buckwheat on the market (exports to the EU and Asia), and threats to food security.

**Analysis of recent research and publications.** Fertilization systems play a key role in forming the buckwheat yield, which is sensitive to excessive nitrogen nutrition due to the risk of lodging and reduced grain quality. Traditional mineral fertilizers ( $N_{30-60}P_{30-60}K_{30-60}$  kg a.i./ha) provide a yield increase of 20-30 %, but often lead to nitrate soil pollution and reduced biodiversity. Alternatives, such as organic (manure 20–30 t/ha) or combined systems (mineral + organic + biopreparations), promise sustainable productivity, but their efficiency in the Northern Steppe is insufficiently studied. Research by Ukrainian scientists indicates the potential of organic systems to increase yields to 2.0 t/ha, but data on economic profitability is lacking, especially under climate change conditions (droughts, extreme temperatures +25-35°C in summer) [7, 11, 10, 14].

The productivity and economic efficiency of buckwheat cultivation are actively studied in scientific articles and reports, particularly in the context of the Ukrainian Northern Steppe. The application of mineral fertilizers contributes to an increase in

buckwheat yield by approximately 33.8 %, while complex systems including biopreparations improve yield by 37.7 % compared to the control without fertilizers. Combined fertilization systems (organo-mineral with biopreparations) ensure a yield increase of 49.1%, positively affecting the photosynthetic potential and reducing weed infestation in crops. Such a system is also the most economically efficient [1, 5, 8, 9, 12, 13].

Optimization of mineral fertilizer application rates and the use of growth regulators and microbial preparations also positively affects the formation of aboveground mass, photosynthetic activity, and yield, increasing it to 1.8-2.1 t/ha. Data indicate that fertilization systems with biopreparations enhance plant resilience to stress factors in the Steppe conditions (low humidity, nutrient deficiency), improve soil structure, and thus ensure more stable economic profitability in buckwheat production. The economic efficiency of such systems exceeds traditional ones by 15-30 %, due to reduced pesticide costs and increased yields [2, 3, 4, 6].

Thus, modern research confirms that innovative fertilization systems, which include organic components and biopreparations, are key to enhancing productivity and profitability of buckwheat cultivation in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine.

**Research aim.** The aim of the study was to determine the impact of various fertilization systems (mineral, organic, biologized, and combined) on the productivity and economics of buckwheat cultivation in the Northern Steppe, with an emphasis on sustainability and adaptation to local conditions.

**Materials and methods of research.** The research was conducted by establishing experimental plots on agricultural land located in the administrative units of the Kropyvnytskyi district, Kirovohrad region, which is under the management of the Institute of Agriculture of the Steppe of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

The main method of conducting the research is field and laboratory-field experiments. For the scientific substantiation of the purpose and implementation of the set tasks, as well as the generalization of the results of experimental work, the hypothesis method is used – selecting the direction of research, determining the relevance of the work, developing experimental schemes; the dialectical method – observing the development of crops and processes of yield formation; the synthesis method – generalizing research results and forming conclusions; the analysis method – determining the adaptability of the studied objects to cultivation conditions; the induction method – drawing conclusions based on identifying the best variants; the mathematical statistics method – determining the significance of factors, accuracy of experiments, and correlative relationships.

Buckwheat of the Yaroslavna variety was grown in a stationary short-rotation grain-row crop rotation, which had the following crop sequence: soybeans, winter wheat, soybeans, corn for grain, buckwheat.

The buckwheat cultivation technology was generally accepted for the Steppe zone, except for the practices under study.

Buckwheat was sown using the wide-row sowing method in the first decade of May with a seeding rate of 2.25 million plants/ha, against the background of six fertilization systems:

1. Without fertilizers (control);
2. Biologized fertilization system (seed treatment with biopreparation before sowing);
3. Mineral fertilization system ( $N_{20}P_{20}K_{20}$ );
4. Mineral biologized fertilization system ( $N_{20}P_{20}K_{20}$  + seed treatment with biopreparation before sowing);

5. Organo-mineral ( $N_{20}P_{20}K_{20}$  + by-product of the predecessor);
6. Organo-mineral biologized ( $N_{20}P_{20}K_{20}$  + by-product of the predecessor + seed treatment with biopreparation before sowing).

Pesticides were not used in the experiment; weed control in buckwheat crops was carried out mechanically. In the biologized fertilization system, buckwheat seeds were treated with the Mikofriend biopreparation (1.0 l/t) before sowing.

The establishment and conduct of the experiments were carried out in accordance with the methodology of field experiments.

The weather conditions during the research period in 2024 and 2025 were unfavorable in the critical water-consuming periods of buckwheat plants. Maturation and completion of vegetation occurred with good heat supply but limited soil moisture reserves in the absence of precipitation.

The weather conditions during the vegetation period of 2021 were insufficiently favorable for obtaining high productivity indicators of buckwheat.

The weather conditions of the vegetation periods in 2022 and 2023 for buckwheat were favorable, with moderate air temperature increases and sufficient soil moisture reserves in the spring and summer periods.

**Results and discussion.** Effective fertilization systems play a key role in increasing yield and grain quality. Advanced agrotechnologies include the combined use of mineral fertilizers, organic substances, and biopreparations, which promote better nutrient uptake and plant adaptation to stress conditions. Analysis of research shows that the proper choice of fertilization systems significantly affects the yield level. It is important to consider a comprehensive approach to buckwheat nutrition to maximize productivity and economic efficiency. Such an approach ensures production stability in challenging natural conditions.

The average buckwheat yield for 2021-2025 ranged from 0.42-2.19 t/ha, reflecting the influence of climatic factors, especially in 2024, and variation in indicators depending on the crop cultivation conditions. However, field research data demonstrate a clear gradation in buckwheat fruit yield depending on fertilization systems, where the transition from the control without fertilizers to integrated approaches ensured a yield increase of 83.2 % ( $LSD_{05} = 0.16$  t/ha). These differences are explained not only by the content of nutrient elements but also by synergy with biological stimulants that enhance plant adaptation to steppe conditions (Table 1).

The variant without fertilizers (control) provided an average yield of 0.88 t/ha – a typical indicator for unfertilized sowings in the Steppe, where nitrogen and phosphorus deficiency hinders root system growth and reproductive organ formation, leading to losses due to drought and weed competition.

The transition to a biologized system contributed to increasing the yield to 1.08 t/ha (+0.20 t/ha, or 22.3 %), as biopreparations stimulate phosphorus mobilization and nitrogen fixation, improving soil water retention – an effect that exceeds  $LSD_{05}$  and confirms an alternative to chemical fertilizers.

The use of a mineral fertilization system contributed to a significant increase in yield to 1.21 t/ha (+0.32 t/ha, 36.8 %), which can be explained by the activation of vegetative growth and photosynthesis due to additional nitrogen in the soil, and flowering – under the influence of phosphorus, compensating for the natural deficiency of steppe soils. The difference is statistically significant ( $p < 0.05$  by  $LSD_{05}$ ), but excessive nitrogen sometimes provoked lodging, which is relevant for the windy conditions of the Steppe. The combination of mineral fertilizers with element of biologization (mineral biologized fertilization system) ensured an increase in yield indicators to 1.37 t/ha (+0.49 t/ha,

55.4 %), where microorganisms contributed to the optimization of fertilizer uptake, reducing losses due to evaporation – a key factor for the region with low moisture supply.

Table 1

**Buckwheat yield by research years, 2021-2025**

Fertilization systems	Years					Average for 2021-2025	Difference	
	2021	2022	2023	2024	2025		t/ha	%
Without fertilizers (control)	1.06	1.02	1.10	0.42	0.81	0.88	–	–
Biologized	1.13	1.34	1.53	0.43	0.96	1.08	0.20	22.3
Mineral	1.33	1.48	1.70	0.46	1.05	1.21	0.32	36.8
Mineral biologized	1.39	1.79	1.85	0.62	1.19	1.37	0.49	55.4
Organo-mineral	1.43	1.98	1.98	0.77	1.35	1.50	0.62	70.2
Organo-mineral biologized	1.49	2.09	2.19	0.82	1.49	1.62	0.73	83.2
Average	1.31	1.62	1.72	0.59	1.14	1.28	–	–
LSD <sub>05</sub> t/ha	0.03	0.12	0.08	0.02	0.02	0.16	–	–

The highest results in our study were obtained with the organo-mineral fertilization system, yielding 1.50 t/ha (+0.62 t/ha, 70.2 %), where organic residues from the previous crop positively influenced soil structure and moisture retention, which is critical for the Steppe. The difference from the control exceeds LSD<sub>05</sub> by twofold, emphasizing the role of the organic component. The organo-mineral biologized system maximized the crop's potential, with yields reaching 1.62 t/ha (+0.73 t/ha, 83.2 %). The integration of biopreparations enhanced microbial activity in the rhizosphere, stimulating symbiosis and nitrogen fixation, which allowed buckwheat to withstand droughts and achieve a potential of 2.19 t/ha in 2023, close to the optimal under Steppe conditions in Ukraine.

Based on field research data, where LSD<sub>05</sub> = 0.16 t/ha determines a statistically significant difference (p<0.05), the yield increase due to the biopreparation can be assessed compared to corresponding backgrounds without treatment. The increment varies from 5.0 % to 12.2 %, with predominant significance for the mineral fertilization system and control backgrounds, confirming the synergistic effect of the biopreparation with nutrient elements, but lower efficiency for the organic system.

On the background without fertilizers (control, 0.88 t/ha), seed treatment with the biopreparation increased yield to 1.08 t/ha (+0.20 t/ha, or 22.3 % compared to the control). The increment of 0.20 t/ha is significant (equal to LSD<sub>05</sub>), as microorganisms compensate for the natural deficiency of nitrogen and phosphorus in Steppe chernozems, stimulating nitrogen fixation and root expansion, which is critical under low moisture conditions.

On the mineral nutrition background (1.21 t/ha), seed treatment before sowing with the biopreparation (mineral biologized system) ensured harvesting 1.37 t/ha of fruits (+0.16 t/ha, or 13.2 % compared to the mineral background). The difference exactly equals LSD<sub>05</sub>, making the increase statistically significant.

For the organo-mineral fertilization system, buckwheat yield was 1.50 t/ha; the use of the biopreparation contributed to increasing yield to 1.62 t/ha (+0.12 t/ha, or 8.0 % compared to organo-mineral). The increment is less than LSD<sub>05</sub> (0.16 t/ha), so it is not statistically significant: the organic base (humus + residues) already provides high

microbial activity, and the biopreparation adds only a marginal effect due to rhizosphere saturation, although it improves moisture retention.

In summary, the yield increase in buckwheat from the biopreparation is significant on the background without fertilizers and under the mineral fertilization system (+20-13 %, >LSD<sub>05</sub>), but insignificant on the rich organo-mineral (+8 %, <LSD<sub>05</sub>), where synergy is limited. The average yield increase in buckwheat by 11-12 % makes seed treatment with the biopreparation advisable for the Steppe.

The results of our research demonstrate how fertilization systems transform buckwheat productivity into sustainable high-yield production. In the Northern Steppe, where climatic challenges are intensifying, priority is given to integrated approaches that not only increase yields by 30-40 % but also ensure environmental safety by reducing nitrate pollution. Further research should focus on adapting these systems to climate change to enhance the region's food resilience.

Research on buckwheat productivity emphasizes fertilization systems as a key factor in optimizing grain yield, fodder mass, and digestible protein output, which determines its value for animal husbandry and the food industry. Based on field research data, we observed a clear gradation in indicators: from the control without fertilizers (1.33 t/ha grain units, 1.67 t/ha feed units, 0.13 t/ha protein units) to integrated organo-mineral systems with biologization, where the increase reaches 1.10 t/ha grain units, 1.39 t/ha feed units, and 0.11 t/ha protein units. These differences are due to the synergy of mineral nutrient elements (NPK), organic residues, and biopreparations, which enhance nutrient uptake, improve soil aggregation, and increase plant resistance to abiotic stresses such as drought (Fig. 1).

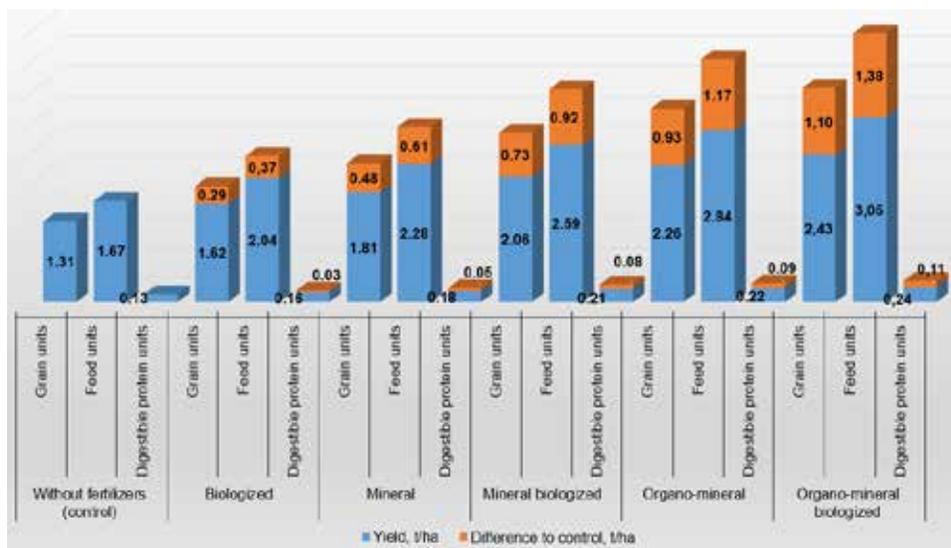


Fig. 1. Buckwheat (average for 2021-2025)

In the control variant without fertilizers, buckwheat productivity was the lowest: grain units yield – 1.33 t/ha, feed units yield – 1.67 t/ha, digestible protein units yield – 0.13 t/ha. These indicators reflect typical limitations of steppe conditions, where the

deficiency of available nitrogen and phosphorus hinders vegetative development, photosynthesis, and biomass accumulation, leading to reduced grain quality and fodder value. Biologized fertilization systems provided a significant increase in these indicators compared to traditional crop rotations: +7.5-21.8 % grain and feed units, +9.1-23.1 % digestible protein units. The mechanism of the effect is associated with the stimulation of nitrogen fixation and phosphorus mobilization in the rhizosphere, which compensates for the natural deficiency of elements and increases tolerance to moisture stress, making this approach environmentally safe.

The mineral fertilization system increased buckwheat productivity compared to cultivation without fertilizers: 1.81 t/ha grain units (+0.49 t/ha), 2.28 t/ha feed units (+0.61 t/ha), and 0.18 t/ha protein units (+0.05 t/ha). Under these conditions, nitrogen contributed to the accumulation of vegetative mass, phosphorus to the formation of reproductive organs, and potassium to water balance, which is critical for the arid conditions of the Steppe. The mineral biologized fertilization system further enhanced these processes: 2.06 t/ha (+0.73 t/ha), 2.59 t/ha (+0.92 t/ha), and 0.21 t/ha (+0.07 t/ha) for grain, feed units, and digestible protein, respectively.

The highest levels of productivity were achieved with the organo-mineral fertilization system: 2.26 t/ha grain units (+0.93 t/ha), 2.84 t/ha feed units (+1.17 t/ha), and 0.22 t/ha protein units (+0.09 t/ha). The organo-mineral biologized system demonstrated the greatest potential in the study for forming buckwheat productivity: 2.43 t/ha grain units (+1.10 t/ha), 3.05 t/ha feed units (+1.39 t/ha), and 0.24 t/ha digestible protein units (+0.11 t/ha).

Summarizing the results confirms the advantage of integrated fertilization systems, which increased buckwheat productivity by 82.7 % for grain units yield, 82.6 % for feed units yield, and 84.6 % for protein units yield compared to the control, ensuring comprehensive efficiency in steppe conditions.

The calculations of economic efficiency were based on prices for agricultural and industrial products prevailing on the Ukrainian exchange market in the first decade of December 2025. The calculations took into account direct monetary-material costs, which included wages, seed costs, fertilizers, fuel and lubricants, as well as payments to social insurance funds, pension and others, deductions for depreciation and current repairs.

The economic component of buckwheat production depends on the chosen fertilization system, which affects the level of production costs, gross output, net profit, and profitability. Based on average indicators for 2021-2025, key trends can be identified.

Production costs vary widely depending on the fertilization system. In the control variant without fertilizers, they were the lowest – 15095 UAH/ha. The use of the biologized system increased costs to 15776 UAH/ha, associated with additional expenses for biopreparations. Costs increased more significantly with the application of mineral fertilizers – 20029 UAH/ha, and in the mineral biologized system – 20704 UAH/ha due to the cost of fertilizers and services for applying biopreparations. Organo-mineral systems, thanks to the use of organic residues, had slightly lower costs (19462–20130 UAH/ha), which allowed for an effective balance of costs and profits (Table 2).

The conditional net profit is the lowest when growing buckwheat without fertilizer application – 3385 UAH/ha, reflecting low yield and minimal costs. The biologized system nearly doubled the profit (6904 UAH/ha), demonstrating high return on investment in biopreparations. Interestingly, the mineral system had higher costs and yield but lower profit (5381 UAH/ha) compared to the biologized one, due to higher fertilizer expenses. Under the mineral biologized system, the conditional net profit increased to 8066 UAH/ha, indicating the effect of the combined action of fertilizers and biopreparations.

Table 2  
**Economic efficiency of buckwheat cultivation under different fertilization systems**

Fertilization systems	Yield (average for 2021-2025)	Production costs, UAH/ha	Gross output value, UAH/ha	Conditional net profit, UAH/ha	Profitability, %
Без добрив (контроль)	0,88	15095	18480	3385	22,4
Without fertilizers (control)	1,08	15776	22680	6904	43,8
Biologized	1,21	20029	25410	5381	26,9
Mineral	1,37	20704	28770	8066	39,0
Mineral biologized	1,50	19462	31500	12038	61,9
Organo-mineral	1,62	20130	34020	13890	69,0

The most profitable in our study were the organo-mineral systems – 12038 UAH/ha and 13890 UAH/ha for the traditional and biologized systems, respectively. These indicators demonstrate the best combination of higher yield and relatively balanced costs.

Analysis of profitability indicators shows a trend toward increasing production efficiency from 22.4 % in the control to 69.0 % under the organo-mineral system with biologization elements. The highest profitability values indicate the economic feasibility of a comprehensive fertilization approach that includes mineral fertilizers, organic components, and biological stimulants. The mineral system alone, due to high costs, has a profitability rate of only 26.9 %, making it the least efficient.

Overall, the analysis indicates that the most optimal from an economic perspective were the organo-mineral and organo-mineral biologized fertilization systems. They provided a balance between increasing yield, controlled costs, and maximum return on investment in buckwheat production under the conditions of the Northern Steppe of Ukraine.

**Conclusions.** Higher yield indicators were ensured by the organo-mineral biologized fertilization system for buckwheat (yield 1.62 t/ha, +83.2 % compared to the control), involving the incorporation of post-harvest residues + mineral fertilizers ( $N_{20}P_{20}K_{20}$ ) + biopreparation. Under the organo-mineral system, yield indicators were slightly lower (1.50 t/ha, +70.2 %), but the yield increase was also high.

Under the organo-mineral biologized fertilization system, plant productivity was the highest: 2.43 t/ha (+82.7 %) grain units, 3.05 t/ha (+82.6 %) feed units, and 0.24 t/ha (+84.6 %) digestible protein units. The largest increases in productivity indicators were obtained without fertilizer application: +21.8 %, +22.1 %, and +23.7 % for grain, fodder units, and protein units, respectively. With the increase in nutrient elements, the intensity of productivity growth decreased to 7.5 %, 7.3 %, and 9.09 %, respectively.

The highest economic efficiency of buckwheat cultivation was achieved using the organo-mineral biologized fertilization system (conditional net profit 13890 UAH/ha, +310.2 % with profitability of 69.0%), with costs of 20130 UAH/ha, covered by the interaction of all nutrient elements. The organo-mineral system provided 12038 UAH/ha profit and 61.9 % profitability, balancing costs (19462 UAH/ha).

## REFERENCES:

1. Fang Y., Zhang X., Li L., Effah Z., Mir Nizamani M. Effects of the Plastic Mulching System and Fertilizer Application on the Yield of Tartary Buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) and Water Consumption Characteristics in a Semi-Arid Area. *Agronomy*. 2024, 14(4), 735; <https://doi.org/10.3390/agronomy14040735>
2. Karbivska U., Kunychak G., Dutchak O. et al. Application of biologization elements in buckwheat organic cultivation technology. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2024, 25(5), 235–242. <https://doi.org/10.12912/27197050/186125>
3. Mashchenko Yu. V., Sokolovska I. M. The productivity of buckwheat in the Northern Steppe of Ukraine. Modern agronomy trends: innovation, sustainable development and the future of agriculture: Scientific monograph. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2025. P. 284–314. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-588-4-11>
4. Mashchenko Yu. V., Sokolovska I. M. Buckwheat productivity depends on fertilizer system and seed inoculation with biopreparation. *Таврійський науковий вісник* № 133. P. 54–63. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.8>
5. Sokolovska I. M., Mashchenko Yu. V. Effects of different fertilization systems on buckwheat yield in the conditions of northern steppe of Ukraine. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 137. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. С. 224–234. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.8>
6. Грищенко Р., Терещенко В. Вплив біологічних препаратів на формування асиміляційного апарату та його продуктивність у посівах гречки в умовах органічного землеробства. *Сільське господарство та рослинництво: теорія та практика*. 2025, (1), 46–54. <https://doi.org/10.54651/agri.2025.01.06>
7. Дегодюк Е.Г., Проненко М. М., Ігнатенко Ю. О., Пипчук Н. М., Мулярчук А. О. Сучасні системи удобрення в землеробстві України: науково-методичні та науково-практичні рекомендації. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 84 с.
8. Дикий О. М. Теоретичні основи мінерального живлення гречки. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 70 (2). С. 95–108. [https://doi.org/10.32636/01308521.2021-\(70\)-2-8](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(70)-2-8)
9. Дутчак О. Урожайність гречки за біологізованої системи удобрення в органічному виробництві. *Сільське та лісове господарство*. 2025. Випуск №: 2 (37). С. 229–236. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2025-2-20>
10. Коваленко В. В., Тарасенко О. М. Вплив системи удобрення на продуктивність гречки в умовах північного степу України. *Аграрна наука*. 2020. 9(2). 45–50.
11. Мащенко О. А., Бутенко Є. Ю. Вплив системи удобрення на продуктивність сортів гречки різного морфотипу в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 118–122. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.17>
12. Мащенко Ю. В., Семеняка І. М. Удосконалена технологія вирощування гречки в умовах Північного Степу України. Монографія. Київ. Агронаука. 2018. 184 с. [https://isgs-naan.com.ua/read\\_buckwheat](https://isgs-naan.com.ua/read_buckwheat)
13. Соколовська І. М., Мащенко Ю. В. Біотехнологічні прийоми вирощування гречки за різного удобрення. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. Вип. 130. С. 240–246. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.35>
14. Щерба М. М., Качмаро О. Й., Дубицька А. О., Вавринович О. В., Таравська О. В. Вплив систем удобрення на формування продуктивності зернобобових культур у короткоротаційних сівозмінах. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (2). С. 202–227. [https://doi.org/10.32636/01308521.2022-\(71\)-2-13](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(71)-2-13)

Дата першого надходження рукопису до видання: 18.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 632:582.998.16](477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.7>

## ШКІДНИКИ ТА ХВОРОБИ ХРИЗАНТЕМ В УКРАЇНІ: РОЗШИРЕНИЙ ОГЛЯД

**Станкевич С.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту  
і карантину рослин імені Б.М. Литвинова

Державний біотехнологічний університет

[orcid.org/0000-0002-8300-2591](https://orcid.org/0000-0002-8300-2591)

**Швиденко І.М.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри лісових культур, меліорацій та садово-паркового господарства,  
Державний біотехнологічний університет

[orcid.org/0000-0003-4383-7604](https://orcid.org/0000-0003-4383-7604)

**Забродіна І.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і  
карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

[orcid.org/0000-0001-8122-9250](https://orcid.org/0000-0001-8122-9250)

Державний біотехнологічний університет

**Жукова Л.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і  
карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

[orcid.org/0000-0003-1549-8019](https://orcid.org/0000-0003-1549-8019)

**Меленті В.О.** – PhD,

старший викладач кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого  
захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

[orcid.org/0000-0003-4196-5274](https://orcid.org/0000-0003-4196-5274)

*Хризантема (Chrysanthemum L.)* – це рід однорічних чи багаторічних трав'янистих квіткових рослин. Вважається, що хризантеми походять зі східних регіонів Азії. Усе розмаїття сучасних сортів походить від 2-х видів хризантем: хризантема садова (*Chrysanthemum morifolium* Ramat), яка походить з Китаю та хризантема індійська (*Chrysanthemum indicum* L.), яка походить з Південно-Східної Азії. Слід відмітити, що хризантемам притаманний відносно сильний імунітет до патогенів та шкідників. Але, зважаючи на постійні імпортно-експортні відносини між країнами, відбувається неконтрольоване поширення шкідливих організмів із садивним матеріалом, насінням та зрізаними квітами. Неінфекційні хвороби хризантем зазвичай є наслідком порушення технологій вирощування. Основними інфекційними хворобами хризантем є вірусні захворювання, борошниста роса (*Oidium chrysanthemi* Rab.), сіра гниль, або ботрідіоз (*Botrytis cinerea* Fr.), септоріоз (*Septoria chrysanthemella* Sacc.), вертицильоз (*Verticillium* Nees.), аскохітоз (*Ascochita chrysanthemi* F. Stevens.), іржа (*Puccinia chrysanthemi* Roze) та біла іржа хризантем (*Puccinia horiana* P. Hennings.). Із нематод шкодить хризантемова нематода (*Arhelenchoides ritzemabosi* Schwartz.). Основними шкідниками хризантем є у більшості є багатодіні види: павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.), попелиця оранжерейна (*Myzodes persicae* Sulz), пінянка слинява (*Philaenus spumarius* L.), клоп польовий (*Lygus*

*pratensis* L.) та інші лізуси, трупц тютюновий (*Thrips tabaci* Lind.), хруці травневі (західний (*Melolontha melolontha* L.) та східний (*Melolontha hippocastani* F.), а із спеціалізованих та бура хризантемна попелиця (*Macrosiphoniella chrysanthemii* Del Guercio).

**Ключові слова:** хризантема, шкідники, комахи, кліщі, нематоди, неінфекційні хвороби, інфекційні хвороби. Захист рослин, карантин рослин.

**Stankevych S.V., Shvidenko I.M., Zabrodina I.V., Zhukova L.V., Melenti V.O. Pests and diseases of chrysanthemums in Ukraine: extended overview**

*Chrysanthemum* (*Chrysanthemum* L.) is a genus of annual or perennial herbaceous flowering plants. It is believed that chrysanthemums originate from the eastern regions of Asia. The entire variety of modern varieties originates from 2 species of chrysanthemums: garden chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat), which originates from China, and Indian chrysanthemum (*Chrysanthemum indicum* L.), which originates from Southeast Asia. It should be noted that chrysanthemums have a relatively strong immunity to pathogens and pests. However, given the constant import-export relations between countries, there is an uncontrolled spread of harmful organisms with planting material, seeds and cut flowers. Non-infectious diseases of chrysanthemums are usually the result of violations of growing technologies. The main infectious diseases of chrysanthemums are viral diseases, powdery mildew (*Oidium chrysanthemii* Rab.), gray rot, or botrytis (*Botrytis cinerea* Fr.), septoria (*Septoria chrysanthemella* Sacc.), verticillium (*Verticillium* Nees.), ascochitosis (*Ascochita chrysanthemii* F. Stevens.), rust (*Puccinia chrysanthemii* Roze) and white rust of chrysanthemums (*Puccinia horiana* P. Hennings.). Of the nematodes, the chrysanthemum nematode (*Aphelenchoides ritzemabosi* Schwartz.) is harmful. The main pests of chrysanthemums are mostly polyphagous species: spider mite (*Tetranychus urticae* Koch.), greenhouse aphid (*Myzodes persicae* Sulz), salivary foam (*Philaenus spumarius* L.), field bug (*Lygus pratensis* L.) and other lygus, tobacco thrips (*Thrips tabaci* Lind.), May beetles (western (*Melolontha melolontha* L.) and eastern (*Melolontha hippocastani* F.), and from specialized ones, the brown chrysanthemum aphid (*Macrosiphoniella chrysanthemii* Del Guercio).

**Key words:** chrysanthemum, pests, insects, mites, nematodes, non-communicable diseases, infectious diseases. Plant protection, plant quarantine.

Хризантема (*Chrysanthemum* L.) – це рід однорічних чи багаторічних трав'янистих квіткових рослин. Інколи, серед представників родини Айстрові, зустрічаються здерев'янілі біля коренів напівчагарники, відомі декоративними, лікарськими та їстівними властивостями. Вважається, що хризантеми походять зі східних регіонів Азії (Китай, Монголія, Північна і Південна Кореї, Тайвань, Індія та Японія). Відомо біля 40 дикорослих форм і ще безліч культурних різновидів, сортів і гібридів, які переважно культивуються для оздоблення квітників, парків, зон відпочинку, зимових садів, оранжерей тощо. Усе розмаїття сучасних сортів походить від 2-х видів хризантем: хризантема садова (*Chrysanthemum morifolium* Ramat), яка походить з Китаю та хризантема індійська (*Chrysanthemum indicum* L.), яка походить з Південно-Східної Азії. Вирощування хризантем бере початок у Китаї ще у XV ст. до н.е. [4]. Про це відомо із праць вченого та філософа Конфуція. Перші окультурені рослини хризантем мали дрібні квітки, зазвичай жовтого кольору, рідше – фіолетово-рожеві. У той час їх використовували переважно в медицині, кулінарії та виноробстві. Вважалося, що хризантеми дають життєву силу: варені коріння застосовували від головного болю, молоді пагони та пелюстки додавали до салатів, а з листків готували святкові напої. Поряд із бамбуком, сливою та орхідеєю хризантема була одним із «чотирьох панів» – найбільш шанованих рослин, котрі уособлювали шляхетність. Саме тому прості люди не мали права вирощувати ці рослини у своїх садах. У VII ст. н.е. хризантема потрапила до Японії де швидко набула величезної популярності, а імператор звелів зобразити квітку хризантеми на своєму гербі та офіційній печатці. До 1630 р. було зареєстровано уже понад 500 сортів хризантем. У західні країни хризантема потрапила

у XVII ст. Карл Лінней у 1753 р. дав їй назву «хризантема», що означає «золота квітка» [4]. У 1789 р., після поїздки до Китаю, П'єр-Луї Бланкар привіз у Францію три сорти холодостійкого виду індійської хризантеми: білий, бузковий та фіолетовий. Вони швидко акліматизувалися, і у XIX ст. зустрічалися у багатьох приватних садах та парках, але рослини Хризантеми індійської формували тільки дрібні квіти. У 1862–1863 рр., ботанік Роберт Форчун привіз до Європи із Японії великоквіткові сорти хризантем. На американському континенті хризантеми з'явилися у 1798 р., коли Джон Стівенсон привіз культурний сорт цієї рослини із Англії. Нині у Світі налічується більше 20 000 сортів хризантем, із яких понад 7 000 у Китаї [4].

Слід відмітити, що хризантемам притаманний відносно сильний імунітет до патогенів та шкідників. Але, зважаючи на постійні імпоротно-експортні відносини між країнами, відбувається неконтрольоване поширення шкідливих організмів із садивним матеріалом, насінням та зрізаними квітами [4, 8].

**Матеріали і методи.** Для встановлення видового складу основних шкідників та хвороб хризантем в Україні, котрі мають економічне значення, ми проаналізували 35 наукових та науково-популярних інформаційних джерел щодо шкідливих організмів хризантем та їхньої шкідливості [1–35].

**Результати досліджень.** Аналіз інформаційних джерел свідчить про те, що хризантемам шкодять хвороби інфекційної та неінфекційної етіології, комах, кліщів та нематод.

#### ***Шкідники хризантем***

**Павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.).** Багатоїдний шкідник. Головним чином шкодить хризантемам в оранжереях. Оптимальними умовами для його розвитку є температура 29–31 °C і відносно низька вологість повітря. Дорослі кліщі та їхні личинки в основному пошкоджують листки з нижнього боку, висмоктуючи сік та порушуючи фізіологічні процеси в рослинах. За умови сильного заселення рослини покриваються павутиною. Уражені листки жовтіють і згодом засихають [13, 14, 15, 19, 20].

**Бура хризантемна попелиця (*Macrosiphoniella chrysanthemi* Del Guercio).** Спеціалізований вид попелиць, котрий пошкоджує хризантеми. Від інших видів відрізняється чорно-бурим забарвленням. Шкоди завдають імаго та личинки, які заселяють в основному молоді листки та пагони, висмоктуючи сік. Часто утворюють густі колонії. Особливо небезпечна як переносник вірусних хвороб [13, 14, 15, 19].

**Оранжерейна попелиця (*Myzodes persicae* Sulz.).** Багатоїдний шкідник який заселяє майже всі культури захищеного ґрунту. Попелиці його виду мають зелене, жовтувате чи рожеве забарвлення. Живиться зазвичай з нижнього боку листків, а також на пагонах, бутонах і квітконіжках, висмоктуючи із них клітинний сік. Внаслідок живлення попелиць пошкоджені листки деформуються, набувають блідо-жовтого забарвлення, а бутони не розкриваються [13, 19, 20].

**Слинява пінянка (*Philaenus spumarius* L.).** Багатоїдний шкідник. Шкодять починаючи з весни, коли із перезимувалих яєць виходять личинки, котрі живуть на листках і пагонах рослин під покривом пінистої маси. Найчастіше трапляється у теплицях на укорінених черешках. Шкодять імаго та личинки, які висмоктують сік, викликаючи своїми утвореннями дрібних жовтих цяток на листках і деформацію суцвіть [13, 19, 20].

**Клоп польовий (*Lygus pratensis* L.) та інші лігуси.** Багатоїдні шкідники. Шкодять імаго та личинки зазвичай у відкритому ґрунті, висмоктуючи клітинний сік із листків, стебел та бутонів рослин, викликаючи їхню деформацію. Бутони

пошкоджених рослин дають потворні суцвіття або не розпускаються зовсім [14, 15, 19, 20].

Трипс тютюновий (*Thrips tabaci* Lind.). Багатоїдний шкідник. Шкодять імаго та личинки, які висмоктують сік із рослин. У результаті пошкодження на листках з'являються характерні білясті або жовтуваті, а згодом коричневі плями, листки викривляються. Часто пошкоджуються і суцвіття, внаслідок чого значно знижується їхня декоративність [3].

Травневий хрущ західний (*Melolontha melolontha* L.), який заселяє території на захід від лінії Харків – Зміїв – Новомосковськ – Запоріжжя – Одеса та травневий хрущ східний (*Melolontha hippocastani* F.), що заселяє території на схід від лінії Харків – Зміїв – Новомосковськ – Запоріжжя – Одеса. Дорослі комахи живляться листям деревних і чагарникових рослин та не завдають шкоди хризантемам. Шкодять личинки, які підгризають корені і призводять до в'янення та усихання рослин. Зазвичай шкодять у відкритому ґрунті, але часто потрапляють у теплиці та горщики разом із органічними добривами [13, 14, 15, 19, 20].

#### **Неінфекційні хвороби.**

Порушення технологій вирощування хризантем можуть призвести до фізіологічних захворювань. Стан субстрату, системи удобрення та поливу впливають на розвиток квітів в осінній період. Порушення умов вирощування послаблює їх, що є прямим шляхом до подальшого ураження ослаблених рослин патогенами. Часто спостерігається так звана «задуха коріння», коли коренева система буквально «задихається» від надлишкової вологи та дефіциту повітря у ґрунті, особливо якщо він глинистий, недостатньо дренажований і при цьому залитий опадами та поливом. У таких рослин жовтіють листки, підгнивають корені, в результаті чого вона гине. При неможливості засвоєння надлишків вологи на стеблі під бутонем з'являється тріщина, а майбутня квітка обламається чи деформується. У той же час, нестача вологи у ґрунті також пригнічує рослини хризантем, листки стають м'якими, знижується стійкість до ураження патогенами. Низькі температури навколишнього середовища призводять до пожовтіння чи почервоніння листка вздовж жилок. Незбалансоване підживлення органо-мінеральними добривами також послаблює рослини. Надлишок добрив призводить до опіків коренів. Нестача або надлишок мікро- і макроелементів теж негативно впливає на загальний стан рослин і може відображатися у вигляді затримки росту, блідості листків чи пожовтіння листків, некротичних плямам та ін. [4, 6, 13, 16].

#### **Інфекційні хвороби.**

Вірусні захворювання можуть викликати аспермію, карликовість, розеточність, мозаїчність і позеленіння суцвіть. Уражені вірусами рослини втрачають товарний вигляд. Погано зимують і зазвичай підлягають знищенню, адже жодних дієвих засобів захисту невідомо [4, 13].

Борошниста роса хризантем. Збудником хвороби є гриб *Oidium chrysanthemi* Rab. Головною ознакою захворювання є поява на листках, стеблах, а інколи і на бутонах білого борошнистого нальоту. Захворювання призводить до передчасного відмирання листків і загального пригнічення рослин. Захворювання посилюється при недостатці калію, а також внаслідок поганого провітрювання і надмірного зволоження повітря. Для захисту від борошнистої роси рекомендують в основному профілактичні заходи: достатня кількість калійних і фосфорних добрив; підбір стійких сортів; розріджена посадка рослин; полив, без змочування листків; регулярне видалення старих листків і рослинних залишків [4, 14, 15, 16].

Сіра гниль хризантем, або ботрідіоз. Збудником хвороби є гриб *Botrytis cinerea* Fr. Найбільш часто проявляється за умов підвищеної вологості та поганого провітрювання, коли хризантеми вирощують в теплицях. Уражуються всі надземні частини рослин. Перші ознаки ураження на суцвіттях – світло-коричневі водянисті плями або штрихи на крайових язичкових квітках. Згодом плями розростаються, а суцвіття частково чи повністю перетворюються на коричневу гнилу масу. Зазвичай, на уражених частинах рослин, утворюється рясний сірий наліт спорношення гриба [4, 17, 18, 20].

Септоріоз хризантем. Збудником хвороби є гриб *Septoria chrysanthemella* Sacc. Захворювання проявляється на листках у вигляді темно-коричневих (майже чорних) плям, зі світлою облямівкою. Згодом плями розростаються, зливаючись і охоплюють більшу частину поверхні листка. Характер плям варіює, залежно від сорту, часу зараження та умов розвитку патогена. В результаті спостерігається передчасне опадання листків, загальне ослаблення рослин та їхнє слабке цвітіння. Зазвичай плями поширюються по листкам знизу вгору [4, 17, 18, 20].

Вертицильоз. Збудниками хвороби є ґрунтові гриби з роду *Verticillium* Nees. Захворювання пов'язане з ураженням судинної системи рослин. Збудники проникають через механічні пошкодження коренів та виділяють токсини, котрі закупорюють судинну систему рослин. У результаті цього припиняється доступ води, рослини жовтіють і в'януть. Суцвіття дрібнішають та тьмяніють. На розрізі стебел уражених рослин спостерігається буре кільце із закупорених судин. Найбільш інтенсивно гриби розвиваються при температурах від 18 до 24° С [4, 17, 18, 20].

Аскохітоз хризантем. Збудником хвороби є гриб *Ascochita chrysantemi* F. Stevens. Уражуються суцвіття, листки, стебла і коренева система. На листках і стеблах з'являються сірі та сіро-коричневі чи майже чорні плями – пікніди патогена. Інфекція проникає в стебла через механічні пошкодження та у місцях зрізів. Уражається судинна система молодих стебел, у результаті чого вони в'януть, а потім частини пагонів розташовані вище місця ураження відмирають. У живців загнивають основи стебел, а потім і коріння. Найбільш сприйнятливими до ураження патогеном є суцвіття. Хвороба починається біля основи віночків язичкових квіток, де затримується волога. Спочатку з'являються крапчасті плями, які згодом зливаються, охоплюючи все суцвіття, і його середина загниває [4, 17, 18, 20].

Хризантемова нематода – *Aphelenchoides ritzemabosi* Schwartz. Зараження рослин відбувається через продири, куди нематоди проникають з уражених опалих листків. У результаті ураження рослин зазвичай спостерігаються некротичні плями різної форми, в основному коричневого або сірого кольору, розташовані мозаїчно між жилками листа. За сильного ураження спостерігається деформація суцвіть [4, 13, 20].

Іржа хризантем. Збудником хвороби є гриб *Puccinia chrysanthemi* Roze. При ураженні з верхнього боку листків з'являються жовтувато-зелені плями. У місцях плям, з нижнього боку листків утворюються каштаново-коричневі купки спор патогена. В результаті ураження цим грибом листки поступово жовтіють і засихають. Найбільш інтенсивно хвороба прогресує у роки з теплою та вологою погодою [4, 13, 17].

Біла іржа хризантем. Збудником хвороби є гриб *Puccinia horiana* P. Hennings. Цей вид іржі є карантинним захворюванням та вважається дуже шкідливим у країнах, які у промислових масштабах займаються вирощуванням цих квітів. Гриб має високий потенціал адаптації до існування в нових умовах, хвороба швидко

поширюється в різні регіони світу, а вартість ліквідації її осередків досить висока. Масове ураження рослин у закритому ґрунті може викликати до 80 % втрат урожаю, і навіть до повної загибелі рослин. Навіть слабкий ступінь ураження хризантем збудником білої іржі робить культуру неконкурентоздатною на ринку. У разі акліматизації, викорінення хвороби є надзвичайно дорогим та вимагає багато зусиль [1, с. 77–78. 2, с. 35–39, 8, 10, 11, с. 154, 12, с. 46, 21, 22, с. 20–22, 23, 24, 25, 26, 27, с. 1738–1743, 28, 29, 30, с. 109–112, 31, с. 40–41, 32, 33, с. 261–267, 34, с. 366–370]. В Україні захворювання відносять до списку А1, тобто відсутні в Україні карантинні організми. Разом із тим за даними ЄОКЗР хвороба в Україні присутня і за даними Держпродспоживслужби у 2024 році була відмічена на 40 присадибних ділянках Одеської області. Загальна площа осередка становила 1,5 га. Карантинний режим запроваджений ще у 2010 році [6].

### Висновки

1. Хризантемам притаманний відносно сильний імунітет до патогенів та шкідників, але, зважаючи на постійні імпорто-експортні відносини між країнами, відбувається неконтрольоване поширення шкідливих організмів із садивним матеріалом, насінням та зрізаними квітами.
2. Неінфекційні хвороби хризантем зазвичай є наслідком порушення технологій вирощування.
3. Основними інфекційними хворобами хризантем є вірусні захворювання, борошниста роса, сіра гниль, або ботрідіоз, септоріоз, вертицильоз, аскохітоз, іржа та біла іржа хризантем.
4. Із нематод шкодить хризантемова нематода.
5. Основними шкідниками хризантем є у більшості є багатоїдні види: павутинний кліщ, попелиця оранжерейна, пінянка слинява, клоп польовий та інші лігуси, трипс тютюновий, хрущі травневі (західний та східний), а із спеціалізованих та бура хризантемна попелиця.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Башинська О.В. Ілюстрований довідник регульованих шкідливих організмів в Україні. Київ: Урожай, 2009. 249 с.
2. Біла іржа хризантем (*Puccinia horiana* P. Hennings); Борзих О.І. та ін. Київ: Колоб'їг, 2013. 40 с.
3. Боротьба з трипсами на хризантемі URL: <https://westgard.com.ua/borotba-z-trypsamy-na-khryzantemi> (дата звернення 21.09.2025)
4. Все про хризантему: історія, її шкідники, віруси та хвороби URL: <https://odesa.consumer.gov.ua/?p=1005> (дата звернення 20.09.2025)
5. Горяїнова В.В., Станкевич С.В., Батова О.М., Жукова Л.В. Загальна фітопатологія: навч. посібник. Житомир: ПП «Рута», 2023. 378 с.
6. Держпродспоживслужба URL: <https://dpss.gov.ua/> (дата звернення 22.09.2025)
7. З яких причин листя хризантеми стає чорним URL: <https://ukr.media/garden/437796/> (дата звернення 19.09.2025)
8. Михайловська Ю.В. Біла іржа хризантем – *Puccinia horiana* Henn. Трубуна. URL: <https://trubyna.org.ua/novyny/bila-irzha-khryzantem-puccinia-horiana-henn/> (дата звернення 20.09.2025)
9. На хризантемі чатує небезпека URL: <https://cherk-consumer.gov.ua/novyny/4865-na-khryzantemy-chatuie-nebezpeka> (дата звернення 22.09.2025)
10. Небезпечні карантинні хвороби хризантем URL: <https://agrostory.com/uk/info-centr/fan/nebezpechni-karantynni-hvoroby-hryzantem/> (дата звернення 20.09.2025)

11. Родігін В.М. Карантинні хвороби рослин. Харків: ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, 2002. 360 с.
  12. Сикало О.О., Мовчан О.М., Устінов І.Д. Карантинні шкідливі організми. Ч.2. Карантинні хвороби. Київ: Колоб'іг, 2005. 412 с.
  13. Хвороби і шкідники хризантем URL: <https://klioma-servise.in.ua/ua/a504102-bolezni-vrediteli-hrizantem.html> (дата звернення 18.09.2025)
  14. Хвороби і шкідники хризантем: причини, симптоми, способи боротьби URL: <https://vechorka.com.ua/domivka/khvorobi-i-shkidniki-khrizantem-prichini-simptomi-sposobi-borotbi.amp.html> (дата звернення 20.09.2025)
  15. Хвороби та шкідники які вражають квіти URL: <http://hrizantema.zp.ua/bolezny-i-vreditely.html> (дата звернення 21.09.2025)
  16. Хвороби хризантем URL: [https://www.agro-shop.com.ua/index.php?route=luxshop/article&ls\\_news\\_article\\_id=54&srsId=AfmBOor764MMVUh9cKjsEAV4hRcx24gDhHyU9H0PebVoJytYZAbyeqoX](https://www.agro-shop.com.ua/index.php?route=luxshop/article&ls_news_article_id=54&srsId=AfmBOor764MMVUh9cKjsEAV4hRcx24gDhHyU9H0PebVoJytYZAbyeqoX) (дата звернення 19.09.2025)
  17. Хвороби хризантем і їх лікування: фото симптоми і заходи профілактики URL: <https://uk.healthy-food-near-me.com/chrysanthemum-diseases-and-their-treatment-photos-of-symptoms-and-preventive-measures/> (дата звернення 20.09.2025)
  18. Чим хворіє хризантема і хто їй може зашкодити URL: <https://ogorodniki.com/article/chim-khvoriiie-khrizantema-i-khto-yii-mozhe-zashkoditi> (дата звернення 18.09.2025)
  19. Шкідники хризантем URL: [https://www.agro-shop.com.ua/index.php?route=luxshop/article&ls\\_news\\_article\\_id=55&srsId=AfmBOorLajHhSF0JLfJACNv5LH23\\_AnMHZILRjB7cnGg7NVmaSqOnIq9](https://www.agro-shop.com.ua/index.php?route=luxshop/article&ls_news_article_id=55&srsId=AfmBOorLajHhSF0JLfJACNv5LH23_AnMHZILRjB7cnGg7NVmaSqOnIq9) (дата звернення 20.09.2025)
  20. Як позбутися хвороб хризантем, основні шкідники та їх лікування URL: <https://pedia.com.ua/domivka/yak-rozbutisya-khvorob-khrizantem-osnovni-shkidniki-ta-jikh-likuvannya.html> (дата звернення 22.09.2025)
  21. Bonde M.R. Murphy C. A. Bauchan G. R, Berner D. Evidence for Systemic Infection by *Puccinia horiana*, Causal Agent of Chrysanthemum White Rust, in Chrysanthemum. *Phytopathology*, 2014. 105 (1). DOI: 10.1094/PHYTO-09-13-0266-R
  22. Dickens J and Potter R. Chrysanthemums. Spraying for white rust. *Grower*, 1983, 100 (18), 35, 37.
  23. Ding S and Xi D. Infecting pattern of *Puccinia horiana* P. Henn. and its control by chemicals. *Plant Protection*, 2001, 27, 20–22.
  24. Gao G. et al. CmWRKY15-1 Promotes Resistance to Chrysanthemum White Rust by Regulating CmNPR1 Expression. *Front Plant Sci*. 2022 Apr 27;13:865607. doi: 10.3389/fpls.2022.865607. eCollection 2022
  25. Guerrand J., Aljabal M., Stapel O. and Hallier S. Control of chrysanthemum white rust. *Association Francaise de Protection des Plantes (AFPP)*, 2011, Alfortville, France.
  26. Kim KW. Teliospore mucilage of *Puccinia miscanthi* revealed through the axial imaging of secondary electrons. *Appl Microsc*. 2021 Oct 22;51(1):15. doi: 10.1186/s42649-021-00064-9
  27. Kopački M., Parafiniuk S, 2011. Estimation of the chemical plant protection of chrysanthemums using conventional and air injection nozzles. *Proceedings of the 5th International Scientific Symposium on Farm Machinery and Process Management in Sustainable Agriculture*, 23–24 November 2011, Lublin, Poland.
  28. O'Keefe G., Davis D.D. Morphology of *Puccinia horiana*, Causal Agent of Chrysanthemum White Rust, *Sampled From Naturally Infected Plants*. 2015. 99(12):1738-1743. doi: 10.1094/PDIS-02-15-0239-RE.
  29. PM 7/027 (2) *Puccinia horiana*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin (2020) 50 (2), 207–216 ISSN 0250-8052. DOI: 10.1111/epp.12658
  30. Seliem M.K. et al. Evaluation of Five Chrysanthemum morifolium Cultivars against Leaf Blight Disease Caused by *Alternaria alternata* at Rooting and Seedling Growth Stages. *Plants (Basel)*. 2024 Jan 16;13(2):252. doi: 10.3390/plants13020252.
-

31. Strider D.L. White rust of chrysanthemum – a review. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 1995, 1, 109–112.
32. Sugimura T. and Nishizaki M. Relation between evaluation of effectiveness of fungicides using pieces of leaf and their control effect to Chrysanthemum white rust (*Puccinia horiana*). *Bulletin of the Nara Prefectural Agricultural Experiment Station*, 2001, 32, 40–41
33. Sumitomo K. et al. A genome-wide association and fine-mapping study of white rust resistance in hexaploid chrysanthemum cultivars with a wild diploid reference genome. *Hortic Res.* 2022 Aug 3;9:uhac170. doi: 10.1093/hr/uhac170. eCollection 2022.
34. Sumitomo K, Shirasawa K, Isobe SN, Hirakawa H, Harata A, Kawabe M, Yagi M, Osaka M, Kuniyama M, Taniguchi F. DNA marker for resistance to *Puccinia horiana* in chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) «Southern Pegasus». *Breed Sci.* 2021 Apr;71(2):261-267. doi: 10.1270/jsbbs.20063
35. Wojdyla A.T. Influence of strobilurin compounds on the development of *Puccinia horiana*. *Progress in Plant Protection*, 2007, 47, 366–370.

Дата першого надходження рукопису до видання: 19.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

УДК 637.3

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.8>

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СИРНИКІВ НА ОСНОВІ СИРКОВИХ ПАСТ З ДОДАВАННЯМ ПОРОШКУ ЗЕЛЕНОГО ЧАЮ (МАТЧА)

**Суярко Б.Я.** – студент I курсу магістратури  
факультету готельно-ресторанного та туристичного бізнесу,  
Національний університет харчових технологій  
[orcid.org/0009-0004-5250-1306](https://orcid.org/0009-0004-5250-1306)

У статті досліджено порошок зеленого чаю (матча) як перспективний функціональний інгредієнт у сучасній харчовій промисловості. Матча є джерелом біологічно активних речовин, зокрема катехінів, амінокислот, хлорофілу, кофеїну та L-теаніну, які зумовлюють її антиоксидантні, протизапальні, нейрозахисні та інші корисні властивості. У роботі проаналізовано основні напрями використання порошку зеленого чаю (матча) у виробництві функціональних продуктів у країнах із розвинутою харчовою індустрією, зокрема в Японії, Південній Кореї, США та країнах Європейського Союзу. Наведено приклади впровадження матча у різноманітні категорії харчових продуктів – від напоїв до десертів, випічки та дієтичних добавок.

Особливу увагу приділено оцінці потенціалу використання порошку зеленого чаю (матча) в українському харчовому секторі з урахуванням національних смакових уподобань, тенденцій розвитку ринку функціональних продуктів та можливостей локального виробництва. Проаналізовано специфіку інтеграції інгредієнта у традиційні українські страви, зокрема сирники, йогурти, кондитерські вироби та хлібобулочну продукцію. Висвітлено як потенційні переваги використання матча (збагачення продукції корисними речовинами, диференціація товарів на ринку, формування здорового способу життя серед споживачів), так і наявні виклики, серед яких – висока собівартість сировини, обмеженість постачання, нестача обізнаності споживачів і потреба у нормативно-технічному регулюванні.

Стаття базується на систематичному огляді сучасних міжнародних наукових публікацій, звітів, а також маркетингових досліджень. На основі проведеного аналізу зроблено висновок про доцільність і актуальність впровадження порошку зеленого чаю (матча) в українську харчову промисловість. Наголошено на важливості адаптації міжнародного досвіду до українських умов та розробки інноваційних продуктів, що поєднують глобальні інгредієнти з національними кулінарними традиціями.

**Ключові слова:** порошок зеленого чаю (матча); функціональні інгредієнти; біоактивні речовини; харчова промисловість; інноваційні продукти; українські традиційні страви; здорове харчування; адаптація міжнародного досвіду.

### **Suiarko B.Ya. Matcha Green Tea Powder as a Functional Ingredient: International Practices and Opportunities for Ukraine**

The article investigates matcha green tea powder as a promising functional ingredient in the modern food industry. Matcha is a source of bioactive compounds, including catechins, amino acids, chlorophyll, caffeine, and L-theanine, which contribute to its antioxidant, anti-inflammatory, neuroprotective, and other beneficial properties. The study analyzes the main directions of matcha powder utilization in the production of functional foods in countries with advanced food industries, notably Japan, South Korea, the USA, and European Union member states. Examples of matcha incorporation across various food categories—from beverages to desserts, baked goods, and dietary supplements—are provided.

Special attention is given to evaluating the potential for using matcha powder in the Ukrainian food sector, considering national taste preferences, functional food market trends, and local

*production capabilities. The specifics of integrating this ingredient into traditional Ukrainian dishes such as syrnyky (cottage cheese pancakes), yogurts, confectionery, and bakery products are examined. The article highlights both the potential benefits of matcha use (enriching products with health-promoting substances, product differentiation in the market, and promoting healthy lifestyles among consumers) and the existing challenges, including high raw material costs, limited supply, low consumer awareness, and the need for regulatory and technical standards.*

*This study is based on a systematic review of recent international scientific publications, reports, and market research. Based on the analysis, the article concludes on the feasibility and relevance of introducing matcha green tea powder into the Ukrainian food industry. Emphasis is placed on the importance of adapting international experience to Ukrainian conditions and developing innovative products that combine global ingredients with national culinary traditions.*

**Key words:** matcha green tea powder; functional ingredients; bioactive compounds; food industry; innovative products; traditional Ukrainian dishes; healthy nutrition; adaptation of international experience.

**Актуальність теми дослідження.** У сучасних умовах розвитку харчової промисловості та підвищення інтересу споживачів до здорового способу життя особливу увагу привертають функціональні інгредієнти природного походження. Одним із таких інгредієнтів є порошок зеленого чаю (матча), який останніми роками здобув широку популярність не лише у країнах Східної Азії, але й у Європі, Північній Америці та інших регіонах світу. Його застосування в технологіях виробництва напоїв, десертів, випічки та навіть основних страв пояснюється унікальним поєднанням корисних властивостей, насиченим смаком і характерним яскраво-зеленим кольором.

**Постановка проблеми.** Матча – це високоякісний порошковий зелений чай, який виготовляється зі спеціально вирощеного та обробленого листа чайного куща *Camellia sinensis*. На відміну від традиційного зеленого чаю, для виробництва матча за кілька тижнів до збору врожаю рослини затіняють, що сприяє підвищенню рівня хлорофілу, теаніну та антиоксидантів у листі. Після збору листя пропарюють, сушать і подрібнюють на тонкий порошок, який повністю розчиняється у воді або використовується як харчовий інгредієнт. Це дозволяє споживати весь лист, на відміну від заварювання, що підсилює поживну цінність напою чи продукту [15, с. 120].

Історично матча бере свій початок у Китаї епохи династії Тан (VII–X ст.), де вперше почали подрібнювати чайне листя в порошок. Проте справжнього розвитку культура споживання матча набула в Японії, куди вона потрапила через буддійських монахів у XII столітті. Чайна церемонія (тядо), що базується на приготуванні й вживанні матча, стала невід’ємною частиною японської духовної культури. Упродовж століть напій залишався елітним продуктом, символом гармонії, поваги та споглядання [16, с. 46].

У XXI столітті, в умовах глобалізації та зростання популярності функціонального харчування, матча вийшла за межі традиційного ринку і здобула статус суперфуду. У поєднанні з науково підтвердженими перевагами для здоров’я, такими як антиоксидантна дія, покращення когнітивних функцій та підтримка серцево-судинної системи, матча стала об’єктом досліджень і інтересу з боку виробників функціональних продуктів [16, с. 48].

Ця стаття має на меті проаналізувати міжнародний досвід використання порошку зеленого чаю (матча) як функціонального інгредієнта та окреслити потенційні напрями його адаптації в українському харчовому секторі. Окрема увага приділяється викликам, які можуть виникнути під час локалізації світових практик на національному рівні.

**Методика досліджень.** Для дослідження функціонального потенціалу порошку зеленого чаю (матча) було проведено систематичний аналіз наукових публікацій, звітів міжнародних дослідницьких установ, а також маркетингових досліджень з країн із розвинутою харчовою промисловістю, зокрема Японії, Південної Кореї, США та країн Європейського Союзу.

Аналіз охоплював результати сучасних досліджень щодо біологічно активних речовин, що містяться у матчі, зокрема катехинів, L-теаніну, кофеїну, вітамінів та мікроелементів, а також їх впливу на організм людини при регулярному споживанні. Особлива увага приділялась потенціалу матча як функціонального інгредієнта у молочних та борошняних виробках, включаючи оцінку його термостійкості, стабільності активних компонентів у процесі теплової обробки, органолептичних характеристик готових виробів і споживчого сприйняття.

Також було розглянуто наявні тенденції використання порошку зеленого чаю в інноваційних харчових продуктах, що вже реалізуються на міжнародному ринку, з метою виявлення найуспішніших практик його поєднання з молочними інгредієнтами, фруктовими добавками, натуральними підсолоджувачами та спеціями.

У межах дослідження додатково здійснено цілеспрямований аналіз потенціалу інтеграції матча в українські харчові продукти з урахуванням національних смакових уподобань, рівня обізнаності споживачів щодо функціональних властивостей зеленого чаю, та специфіки локального виробництва, зокрема доступності сировини, відповідності технологічного процесу наявному обладнанню і чинним вимогам до безпечності та якості харчових продуктів.

Додатково проведено порівняльну оцінку харчових властивостей порошку зеленого чаю (матча) у контексті його застосування в традиційних українських стравах, таких як сирники, з акцентом на можливості підвищення їх біологічної цінності, антиоксидантного потенціалу та створення нових сенсорних характеристик, які відповідають запитам сучасного споживача.

### **Міжнародний досвід використання порошку зеленого чаю (матча) у харчовій промисловості.**

Порошок зеленого чаю (матча) є концентрованим джерелом біологічно активних речовин, що мають потужний функціональний потенціал і широко досліджуються в сучасній харчовій науці та нутрицевтиці. Згідно з дослідженнями, порошок зеленого чаю містить значно вищі концентрації катехинів, особливо епігаллокатехін-3-галлату (EGCG), ніж заварений зелений чай, що забезпечує сильну антиоксидантну, протизапальну і протиракову дію [1, с. 79].

EGCG є основним поліфенолом у матча і має доведені властивості інгібування окислювального стресу, що зменшує ризик розвитку хронічних захворювань, таких як серцево-судинні хвороби, діабет 2 типу та деякі види раку [2, с. 520]. Крім того, порошок матча містить значні рівні L-теаніну – амінокислоти, яка сприяє зниженню тривожності, покращенню когнітивної функції та підвищенню уваги завдяки впливу на нейротрансмітери в мозку [3, с. 121].

Окрім катехинів і теаніну, матча є багатим джерелом вітамінів (А, С, Е, К), мінералів (кальцій, калій, магній, залізо), а також хлорофілу, який надає продукту характерного яскраво-зеленого кольору та має детоксикаційні властивості [3, с. 122]. Високий рівень хлорофілу в матча також асоціюється з поліпшенням метаболізму та підтримкою імунної системи [4, с. 167].

Щодо міжнародного застосування, порошок матча широко використовується в Японії як традиційний напій і компонент кулінарних страв. Японські дослідження підтверджують, що споживання матча позитивно впливає на серцево-судинну

систему та знижує рівень холестерину [5, с. 218]. Південнокорейські дослідження також демонструють, що регулярне вживання матча може знижувати індекс маси тіла і покращувати стан шкіри завдяки антиоксидантам [5, с. 223].

У Сполучених Штатах і країнах Європи матча стала одним із популярних інгредієнтів у сегменті функціонального харчування. Американські вчені активно досліджують вплив матча на поліпшення когнітивних функцій, зниження стресу та сприяння метаболізму [6, с. 37]. У дослідженні з Франції було показано, що додавання матча у харчові продукти значно підвищує їх антиоксидантну активність, що робить його перспективним інгредієнтом для розробки оздоровчих продуктів [7, с. 13].

Застосування матча у харчовій промисловості виходить далеко за межі традиційних напоїв. У США і Європі порошок активно інтегрують у виробництво функціональних батончиків, протеїнових коктейлів, десертів, йогуртів, а також косметичних засобів через його антиоксидантні і протизапальні властивості [8, с. 350].

Варто зазначити, що високі стандарти контролю якості сировини, органічне виробництво та безпека продукту є визначальними факторами для ринку матча в країнах із розвинутою харчовою промисловістю [4, с. 168]. Використання сертифікованої органічної сировини гарантує збереження корисних властивостей і підвищує довіру споживачів, що є важливим трендом у сфері здорового харчування.

#### **Перспективи використання порошку зеленого чаю (матча) у харчовій промисловості в Україні.**

В умовах зростаючого попиту на здорове харчування та функціональні продукти на світовому ринку Україна має значний потенціал для впровадження порошку зеленого чаю (матча) у власну харчову промисловість. Світові тенденції свідчать про зростання інтересу споживачів до натуральних антиоксидантів та продуктів із доведеними оздоровчими властивостями, що відкриває широкі можливості для інтеграції матча у різноманітні види харчової продукції [11, с. 236].

Оскільки порошок матча містить унікальний комплекс біологічно активних речовин (поліфеноли, катехіни, L-теанін, вітаміни, мінерали), його використання як функціонального інгредієнта здатне не лише покращити харчову цінність продуктів, а й підвищити їх споживчу привабливість завдяки додатковим оздоровчим властивостям [11, с. 240]. В Україні, де зростає свідомість населення щодо здорового способу життя та профілактики хронічних захворювань, такі продукти мають перспективу швидкого попиту.

Перспективними напрямками впровадження матча є виробництво:

- молочних продуктів (йогурти, сирники, десерти) із підвищеною функціональною цінністю;
- здорових снеків і батончиків, що підходять для активного способу життя;
- пекарських виробів, де матча надасть не тільки кольору, але й покращить антиоксидантні властивості;
- напоїв, включно з чаєм, смузі та функціональними коктейлями.

Водночас, реалізація цього потенціалу вимагає подолання низки викликів, серед яких – недостатня обізнаність виробників і споживачів щодо унікальних властивостей матча, відсутність стандартизованих нормативів для якості порошку зеленого чаю на українському ринку, а також логістичні та імпорتنі бар'єри, оскільки значна частина сировини наразі імпортується [15, с. 126].

Зважаючи на ці фактори, важливим кроком для поширення матча в Україні є проведення науково-практичних семінарів і кампаній з підвищення обізнаності,

які дозволяють не лише інформувати про користь продукту, а й навчити виробників правильно інтегрувати порошок у рецептури без втрати функціональних властивостей [16, с. 47]. Впровадження сертифікації якості сировини та готової продукції сприятиме довірі споживачів і розвитку локального виробництва.

Окрім харчової галузі, порошок матча може стати базою для розробки косметичних та оздоровчих засобів, що створить мультисекторальний попит і допоможе розширити експортний потенціал української продукції на міжнародних ринках [17, с. 91].

**Висновки.** Порошок зеленого чаю (матча) є унікальним природним функціональним інгредієнтом, що характеризується високою концентрацією біологічно активних сполук, серед яких найважливішими є катехіни, поліфеноли, L-теанін, хлорофіл, кофеїн, вітаміни (зокрема С, Е та групи В), а також макро- і мікроелементи, зокрема калій, кальцій, залізо та цинк.

Особливе значення має вміст епігалокатехін-галату (EGCG), одного з найпотужніших антиоксидантів, що відзначається високою здатністю нейтралізувати вільні радикали й запобігати окислювальному стресу. Завдяки цьому матча активно вивчається у контексті профілактики хронічних неінфекційних захворювань, зокрема серцево-судинних, онкологічних та метаболічних порушень.

Крім антиоксидантної дії, порошок зеленого чаю також виявляє виражені протизапальні, антимікробні та імуномодулюючі властивості, що обумовлює його актуальність у складі харчових продуктів функціонального та лікувально-профілактичного призначення. Також варто відзначити позитивний вплив матча на когнітивні функції, концентрацію уваги та емоційний стан, що пов'язано з синергічною дією кофеїну та амінокислоти L-теанін, яка сприяє зниженню тривожності без втрати бадьорості.

Завдяки вищезазначеним властивостям, порошок зеленого чаю посідає чільне місце у концепції здорового харчування та все частіше використовується як натуральна добавка в різноманітні харчові продукти – від напоїв і десертів до хлібобулочних і молочних виробів.

Історичне походження порошку зеленого чаю (матча) пов'язане з японською чайною церемонією, де він відіграв важливу ритуальну, соціальну та духовну роль. Виробництво матча в Японії передбачає особливу технологію вирощування чайного листя в затінених умовах, що забезпечує високу концентрацію хлорофілу та амінокислот у кінцевому продукті. У традиційній японській культурі матча вважався не лише напоєм, а й джерелом життєвої енергії та засобом досягнення ментальної рівноваги, що згодом стало передумовою для його поширення в оздоровчому, дієтичному та кулінарному контекстах.

У XXI столітті використання порошку зеленого чаю значно розширилося, охопивши різні сектори харчової промисловості на глобальному рівні, зокрема функціональні продукти, суперфуди, спортивне харчування, кондитерські та молочні вироби [16, с. 51]. Міжнародний досвід свідчить, що додавання матча у харчові продукти не лише підвищує їх біологічну та енергетичну цінність, але й покращує зовнішній вигляд, смакові характеристики та споживчу привабливість, що особливо актуально для ринків, орієнтованих на здоровий спосіб життя, екологічність та натуральність.

Зважаючи на глобальне зростання інтересу до функціональних інгредієнтів, порошок зеленого чаю має високий потенціал до інтеграції у рецептури новітніх продуктів, зокрема таких, що поєднують традиційні елементи української кухні з сучасними тенденціями у сфері харчування.

Для України перспективи впровадження порошку зеленого чаю (матча) у харчову промисловість є надзвичайно актуальними в контексті сучасних викликів і змін у споживчій культурі. В останні роки спостерігається чітка тенденція до зростання інтересу населення до здорового способу життя, раціонального харчування та продуктів з доданою функціональною цінністю. Зокрема, значна частина українських споживачів дедалі частіше віддає перевагу натуральним, екологічно безпечним інгредієнтам, які позитивно впливають на фізичне і психоемоційне здоров'я. У цьому контексті матча, як джерело біологічно активних сполук з підтвердженим позитивним впливом на організм, цілком відповідає запитам сучасного ринку.

Глобальні тренди здорового харчування, поширення концепції «clean label», популярність суперфудів, а також зростання обізнаності щодо профілактики хронічних захворювань створюють сприятливі умови для активного розвитку ринку продукції з додаванням порошку зеленого чаю. Водночас для успішної та сталого впровадження цього інгредієнта в український виробничий контекст необхідно подолати низку об'єктивних викликів. Зокрема, серед основних бар'єрів варто виділити обмежену обізнаність серед вітчизняних харчових виробників щодо функціональних властивостей матча та технологічних особливостей його застосування, а також недостатню поінформованість широкого загалу споживачів про переваги й властивості цього інгредієнта. Крім того, наразі в Україні відсутні національні стандарти якості на продукти, що містять матча, що ускладнює розробку нових рецептур відповідно до чинної нормативної бази. Додаткові складнощі можуть виникати у сфері логістики, зокрема щодо забезпечення стабільного імпорту якісної сировини, митного оформлення та контролю відповідності, а також у правовому регулюванні маркування, реклами та сертифікації інноваційних продуктів.

Одним із важливих напрямів для подолання згаданих проблем і стимулювання використання порошку зеленого чаю в українській харчовій промисловості є розвиток міжсекторальної співпраці між науково-дослідними установами, вищими навчальними закладами, представниками харчового бізнесу та органами державної влади. Така взаємодія повинна бути спрямована, насамперед, на розробку і впровадження національних стандартів якості для продуктів з додаванням функціональних інгредієнтів, зокрема матча, із урахуванням міжнародних норм та практик. Крім того, доцільним є проведення цільових інформаційно-просвітницьких кампаній серед виробників і споживачів з метою популяризації матча як сучасного, безпечного й корисного інгредієнта. Важливим також є організація спеціалізованих тренінгів і навчальних курсів для технологів та представників харчових підприємств, присвячених особливостям застосування порошку зеленого чаю у рецептурах різних продуктів, у тому числі борошняних, кондитерських, кисломолочних тощо. Паралельно необхідно створити сприятливі умови для розвитку локального вирощування або стабільного імпорту високоякісної сировини, що дозволить знизити собівартість кінцевої продукції, розширити її доступність для широких верств населення та підвищити конкурентоспроможність на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Загалом, порошок зеленого чаю (матча) має значний і різноплановий потенціал не лише як інгредієнт для харчової промисловості, а й як активна компонента для косметичної та фармакологічної галузей. Завдяки універсальності застосування, високій концентрації корисних речовин, стійкості до обробки і позитивному іміджу серед споживачів, матча може стати основою для створення цілого

спектру інноваційної продукції, зокрема функціональних напоїв, енергетичних батончиків, йогуртів, кремів, масок для обличчя тощо. Такий потенціал відкриває нові можливості для українських виробників не лише в межах внутрішнього ринку, а й для експортної діяльності, орієнтованої на країни ЄС, Близького Сходу та Азії, де продукти зі складом на основі зеленого чаю вже мають установлену репутацію.

Таким чином, ефективне використання порошку зеленого чаю (матча) може стати важливим елементом модернізації та екологізації української харчової промисловості, стимулювати розвиток функціонального харчування, сприяти підвищенню якості життя населення і водночас задовольнити зростаючі запити свідомих споживачів. Інтеграція такого інгредієнта у виробництво традиційних українських страв, зокрема сирників, є прикладом вдалого поєднання гастрономічної спадщини та сучасних інноваційних підходів, що здатні формувати нову конкурентну нішу на ринку харчових продуктів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Cabrera C., Artacho R., Giménez R. Beneficial effects of green tea. *Journal of the American College of Nutrition*. 2006. Vol. 25, № 2. P. 79–99.
2. Khan N., Mukhtar H. Tea polyphenols for health promotion. *Life Sciences*. 2007. Vol. 81, № 7. P. 519–533.
3. Yang C. S., Wang H., Li G. Cancer prevention by tea: Evidence from laboratory studies. *Pharmacological Research*. 2009. Vol. 64, № 2. P. 113–122.
4. Nobre A. C., Rao A., Owen G. N. L-theanine, a natural constituent in tea, and its effect on mental state. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 2008. Vol. 17, № 1. P. 167–168.
5. Wang Y., Huang W. Antioxidant capacity of chlorophyll derivatives. *Food Chemistry*. 2014. Vol. 165, P. 218–224.
6. Rodríguez-Cabo T., Moreira M. T., Feijoo G. Effects of chlorophyll on human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017. Vol. 57, № 17. P. 3642–3652.
7. Suzuki T., Nakagawa K., Maeda T. Effects of matcha green tea on cardiovascular health. *Journal of Nutritional Science*. 2016. Vol. 5, P. 13.
8. Kim H. J., Lee H., Lee K. Effects of matcha green tea powder on skin health and obesity parameters: A clinical study. *Journal of Functional Foods*. 2019. Vol. 54, P. 350–357.
9. Unno K., Yamada H., Iguchi K. Cognitive effects of matcha green tea. *Nutrients*. 2018. Vol. 10, No. 12. P. 1988.
10. Dupont D., Maillard V., Jacquemart A. Antioxidant enhancement of foods by matcha tea powder. *Food Chemistry*. 2020. Vol. 310, P. 12.
11. Cao S., Zhao J., Wang M. Matcha in functional foods and cosmetics. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. Vol. 114, P. 235–245.
12. Wang L., Zhang Y., Li W. Quality control and safety assessment of matcha tea // *Food Control*. 2019. Vol. 104. P. 152–158.
13. Euromonitor International. *Global Functional Foods Market Trends* : веб-сайт. URL: <https://www.euromonitor.com/global-functional-foods-market-trends/report> (дата звернення: 20.10.2025).
14. Sharma A., Rana R. Functional properties and health benefits of green tea powder (matcha). *Food Science and Nutrition*. 2021. Vol. 9, № 3. P. 1234–1245.
15. Іванова О., Петров В., Шевченко М. Проблеми імпорту функціональних інгредієнтів до України. *Ukrainian Journal of Food Science*. 2022. № 3. С. 120–128. URL: <https://ukrfoodscience.ho.ua/> (дата звернення: 20.10.2025).

16. Петренко Л., Коваленко А. Просування інноваційних інгредієнтів у харчовій промисловості України: кейс порошку зеленого чаю матча. *Journal of Innovation in Food Technology*. 2023. № 1. С. 45–52.

17. Ковальчук Т., Мельник С., Борис Н. Потенціал порошку чаю матча в косметичному та нутрацевтичному секторах України. *Cosmetics & Health*. 2021. № 2. С. 88–95.

Дата першого надходження рукопису до видання: 13.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

УДК 633.16:631.582(477.61)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.9>

## ДЕЯКІ ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ РАННЬОГО УРОЖАЮ *CUCUMIS SATIVUS* В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Тернавський А.Г.** – к.с.-г.н.,  
доцент кафедри овочівництва,  
Уманський національний університет  
[orcid.org/0000-0002-8640-2419](https://orcid.org/0000-0002-8640-2419)

**Слободяник Г.Я.** – к.с.-г.н.,  
доцент кафедри овочівництва,  
Уманський національний університет  
[orcid.org/0000-0003-3419-9751](https://orcid.org/0000-0003-3419-9751)

**Омельчук С.В.** – спеціаліст вищої категорії,  
викладач, завідувач агрономічного відділення,  
Іллінецький аграрний фаховий коледж  
[orcid.org/0009-0002-9640-2487](https://orcid.org/0009-0002-9640-2487)

**Василенко Л.С.** – спеціаліст вищої категорії,  
викладач, голова циклової комісії агрономічних дисциплін,  
Іллінецький аграрний фаховий коледж  
[orcid.org/0009-0001-3912-5236](https://orcid.org/0009-0001-3912-5236)

У статті наведено багаторічні дані про вплив деяких факторів на проходження фенологічних фаз росту і розвитку рослин та величину раннього урожаю огірка. Зокрема, визначено вплив шпалерної технології вирощування, різного сортименту, способу вирощування рослин та мульчування ґрунту матеріалами органічного та синтетичного походження.

Встановлено, що за вирощування сучасних гібридів огірка шпалерна технологія прискорює фазу цвітіння жіночих квіток та початок утворення перших плодів на 9–10 діб, порівняно з традиційною технологією – в розстил. Приріст раннього урожаю склав від 2,9 т/га у гібрида Вокал до 4,7 т/га у гібрида Доломіт. Найбільший ранній урожай серед досліджуваних гібридів було отримано у Делпіна  $F_1$  та Афіна  $F_1$  за шпалерної технології вирощування – відповідно 35,7 т/га і 32,4 т/га.

Дослідження сортименту огірка показали, що раніше фенологічні фази росту і розвитку відбувалися у ранньостиглих гібридів Беттіна, Пасалімо, Кріспіна та Атлантіс. Перші плоди у цих гібридів формувалися вже 25.06, тоді як середньостиглого сорту Гейм – 4.07. Найбільший ранній урожай одержано у гібридів Джустина – 34,9 т/га, Спарта – 33,1 т/га, Беттіна – 32,8 т/га та Атлантіс – 31,5 т/га, що більше за контроль на 2,8–6,2 т/га. Сорти Джерело та Гейм показали найнижчий ранній урожай – відповідно 7,5 т/га і 3,8 т/га.

Завдяки розсадному способу рослини досліджуваних гібридів огірка вступали у фазу формування третього справжнього листка та початок плодоношення на 8–9 діб раніше, порівняно з безрозсадним способом вирощування. Розсадні рослини формували вищий ранній урожай, приріст якого становив від 4,2 т/га у гібрида Самородок до 6,4 т/га у гібрида Беттіна.

Мульчування ґрунту плівкою поліетиленовою чорною та агроволокном чорним відносно контролю прискорювало фенологічні фази росту і розвитку рослин на 2–4 доби. У варіанті плівки перші плоди формувалися 23.06, а у варіантах тирици та соломи – відповідно 28.06 і 29.06, що на добу та дві доби пізніше контрольного варіанта. Найвищий ранній

урожаї огірка одержано за мульчування плівкою чорною (35,8 т/га) та агроволокном чорним (34,1 т/га), що вище за контроль відповідно на 3,9 т/га і 2,2 т/га.

**Ключові слова:** огірок, сортимент, технологія вирощування, способи вирощування, мульчувальні матеріали, ранній урожай.

**Ternavskiy A.H., Slobodianyk H.Ya., Omelchuk S.V., Vasylenko L.S. Some factors of early yield formation of *Cucumis sativus* L. under Forest-Steppe conditions of Ukraine**

The article presents multi-year data on the effects of various factors on the phenological development stages of cucumber plants and the magnitude of early yield. Specifically, the influence of trellis-based cultivation technology, cultivar composition, plant growing methods, and soil mulching using materials of organic and synthetic origin was assessed.

It was found that when cultivating modern cucumber hybrids, the trellis cultivation method accelerated the flowering of female flowers and the onset of fruit set by 9–10 days compared to the traditional flat cultivation method. The increase in early yield ranged from 2,9 t/ha in the Vokal hybrid to 4,7 t/ha in the Dolomit hybrid. The highest early yield among the studied hybrids was obtained for Delpina hybrid and Afina hybrid under trellis cultivation technology, amounting to 35,7 t/ha and 32,4 t/ha, respectively.

The study of cucumber hybrids showed that the early phenological growth and development stages occurred in the early-maturing hybrids Bettina, Pasalimo, Crispina, and Atlantis. The first fruits of these hybrids were formed as early as June 25, whereas in the mid-season cultivar Heim they were formed on July 4. The highest early yields were obtained from the hybrids Justina – 34,9 t/ha, Sparta – 33,1 t/ha, Bettina – 32,8 t/ha, and Atlantis – 31,5 t/ha, exceeding the control by 2,8–6,2 t/ha. The cultivars Dzherelo and Heim exhibited the lowest early yield, amounting to 7,5 t/ha and 3,8 t/ha, respectively.

Due to the transplanting method, the plants of the studied cucumber hybrids reached the stage of the third true leaf and the onset of fruiting 8–9 days earlier compared to the direct-sowing method. Transplanted plants also produced higher early yields, with increases ranging from 4,2 t/ha in the Samorodok hybrid to 6,4 t/ha in the Bettina hybrid.

Mulching the soil with black polyethylene film and black agrotexile accelerated the phenological growth and development stages of cucumber plants by 2–4 days compared to the control. In the polyethylene film variant, the first fruits formed on June 23, while in the sawdust and straw variants, fruiting occurred on June 28 and June 29, respectively, which was one and two days later than the control. The highest early yields were obtained with black film mulching (35,8 t/ha) and black agrotexile (34,1 t/ha), exceeding the control by 3,9 t/ha and 2,2 t/ha, respectively.

**Key words:** cucumber, cultivar assortment, cultivation technology, cultivation methods, mulching materials, early yield.

**Постановка проблеми.** В Україні огірок – одна з найважливіших овочевих культур як у відкритому ґрунті, де посівні площі займають біля 20%, так і у закритому, де на його посіви припадає майже 70%. Сьогодні у нашій країні не повністю задовольняється науково-обґрунтована норма споживання плодів огірка на одну людину в рік [1], особливо це стосується ранніх плодів.

Тому, отримання раннього урожаю огірка є одним з пріоритетних завдань сучасного овочівництва, бо рання продукція має високу споживчу цінність і забезпечує підвищення економічної ефективності виробництва. Ранній урожай дозволяє максимально задовольнити попит ринку в період дефіциту свіжих високовітамінних овочів.

Формування ранніх плодів огірка залежить від комплексу біологічних, агротехнічних та погодних факторів. З допомогою багаторічних дослідів було детально вивчено та обґрунтовано дію різноманітних факторів на отримання раннього урожаю, що є досить актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для підвищення продуктивності огірка в умовах відкритого ґрунту сьогодні з успіхом застосовують шпалерну технологію вирощування рослин, бо традиційна технологія (в розстил) забезпечує

низьку урожайність та високу собівартість продукції. Дана технологія широко застосовується у країнах Європи, а в останні десятиліття у Закарпатській області та Півдні України, де на фоні краплинного зрошення стабільно отримують 50 т/га плодів та більше [2].

Поряд з численними перевагами цієї технології однією з головних є значне підвищення економічної ефективності виробництва завдяки прискореному вступу рослин у фазу плодоношення, що часто складає 14–21 добу та забезпечення населення ранніми свіжими плодами огірка [3, 4].

На отримання ранньої продукції впливає підбір сортименту, систематичне оновлення якого впливає не лише на підвищення продуктивності, а й на покращення якості продукції. Ринок насіння огірка сьогодні представлений численними закордонними та вітчизняними компаніями. Великий перелік сортів і гібридів огірка в Україні пропонує головна наукова установа – Інститут овочівництва і баштанництва НААН та його центри, що розміщені в різних регіонах [5].

Між собою сорти та гібриди відрізняються строком досягання, хоча в огірка він є досить умовним і між групами складає 4–5 діб. Адаптивність сортименту також різна. В одній зоні вирощування певні представники можуть показати відмінні властивості, а в інших умовах можуть не проявити їх, що залежить від умов і зони, де вони були створені. Тому, для певних агрокліматичних умов та конкретних цілей потрібно підбирати свій сортимент.

На отримання вищого раннього урожаю впливає спосіб вирощування рослин. За розсадного способу вирощування значно прискорюється настання фенологічних фаз росту і розвитку, тому збільшується частка ранніх плодів. Розсадні рослини мають значно кращі біометричні параметри, але коренева система формується переважно у верхньому шарі ґрунту, що вимагає застосування штучного зрошення рослин [6].

Розсадний спосіб вирощування дозволяє під час висаджування у відкритий ґрунт добирати лише здорові рослини, а також мінімізує ризики пошкодження рослин весняними заморозками, бо в критичний період рослини ростуть в умовах захищеного ґрунту.

Мульчування є також важливим агротехнічним прийомом у технології вирощування огірка. Завдяки йому можна зберігати вологу в ґрунті та впливати на зміну його температурного режиму. Завдяки покривним матеріалам можна знизити інтенсивність випаровування води, уникнути різних видів ерозії та утворення кірки, посилити мікробіологічні процеси ґрунті та уникнути проростання бур'янів [7].

В якості мульчі можна використовувати матеріали як органічного походження – сухе листя, суха трава, тирса, торф, перегній, солома, компости, дрібна кора, так і синтетичного походження – агроволокно, плівка поліетиленова, поліпропілен, гумова крихта тощо [8, 9, 10].

Закордонними ученими проведено дослідження з використання різних видів поліетиленової плівки в процесі вирощування рослин огірка – чорної, прозорої та сріблястої. Встановлено, що всі види плівки значно покращували біометричні показники рослин, а вищий ранній урожай був у варіанті з прозорою поліетиленовою плівкою [11].

Мульчувальні матеріали також різняться між собою кольором, тому по-різному притягують та відбивають сонячні промені, а відтак можуть піднімати або знижувати температуру ґрунту. Знаючи особливості кожного матеріалу для мульчування та біологічні вимоги культур можна впливати на створення сприятливих

умов у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Наприклад, плівка чорна поліетиленова здатна підвищувати температуру ґрунту, а світла плівка знижує інтенсивність денного нагрівання, посилюючи в ґрунті біохімічні процеси, що покращує живлення рослин [12].

**Матеріали та методика досліджень.** Багаторічні дослідження здійснювали на дослідному полі кафедри овочівництва Уманського національного університету. Тип ґрунту – чорнозем опідзолений, важкосуглинковий на лесі. Вміст гумусу – 3,5%, рН сольове – 6,0.

Повторність досліду була чотирикратна, площа однієї облікової ділянки становила 8,4 м<sup>2</sup>. Ділянки на площі було розміщено рендомізованим методом. Технологічні прийоми проводили відповідно до вимог культури та агрокліматичної зони вирощування.

У ході досліджень відмічали деякі фенологічні спостереження та облік раннього урожаю. При цьому було використано сучасні методики авторів [13–16].

Фенологічні фази росту і розвитку: початок утворення третього справжнього листка, цвітіння жіночих квіток та утворення перших плодів.

До раннього урожаю відносили плоди, що збирали до 20 липня. Облік врожаю проводили вибірково по мірі настання технічної стиглості плодів поділянковим ваговим методом. Продукцію з кожної облікової ділянки за кожний збір поділяли на товарну і нетоварну частину згідно вимог діючого стандарту [17].

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Порівняння двох технологій вирощування: в розстил та на шпалері показало, що вертикальне розміщення рослин сприяє значному прискоренню фенологічних фаз росту і розвитку гібридів огірка. Зокрема, цвітіння жіночих квіток та формування перших плодів за шпалерного вирощування відбувалося у досліджуваних гібридів на 9–10 діб раніше, порівняно з традиційною технологією (табл. 1). Серед гібридів першим у плодоношення вступав Доломіт за вирощування на шпалері – 23.06, а гібрид Вокал за традиційної технології – найпізніше (6.07).

Таблиця 1

**Фенофази росту і розвитку рослин та величина раннього урожаю гібридів огірка залежно від технології вирощування (середнє за 2011–2019 рр.)**

Варіант		Фенологічні фази росту і розвитку		Ранній урожай, т/га
гібрид	технологія вирощування	цвітіння жіночих квіток	початок утворення перших плодів	
Вокал F <sub>1</sub>	в розстил (контроль)	30.06	6.07	26,2
	на шпалері	20.06	26.06	29,1
Афіна F <sub>1</sub>	в розстил	28.06	4.07	28,9
	на шпалері	19.06	25.06	32,4
Делпіна F <sub>1</sub>	в розстил	29.06	5.07	31,5
	на шпалері	19.06	25.06	35,7
Доломіт F <sub>1</sub>	в розстил	26.06	2.07	23,2
	на шпалері	17.06	23.06	27,9
НІР <sub>05</sub>		–		4,6

Стосовно величини раннього урожаю, то шпалерна технологія вирощування забезпечує приріст у всіх досліджуваних гібридів: від 2,9 т/га у Вокалу до 4,7 т/га у Доломіт. Отже, шпалерна технологія вирощування значно скорочує тривалість вегетаційних фаз росту і розвитку та сприяє зростанню величини раннього урожаю огірка.

Сортимент також впливає на проходження фенофаз росту і розвитку рослин та величину раннього урожаю, бо представники різняться між собою біологічним строком досягання.

У ранньостиглих представників третій справжній листок формувався 23.05–25.05, тоді як у середньораннього гібрида Самородок – 27.05, а в середньо-пізнього сорту Гейм – найпізніше (30.05) (табл. 2). Подібна закономірність спостерігалась і у проходженні фази цвітіння жіночих квіток. Перші плоди незалежно від варіанту досліду формувалися в середньому через 6 діб від квітання.

Таблиця 2

**Фенофази росту і розвитку рослин та величина раннього урожаю сортименту огірка (середнє за 2014–2024 рр.)**

Варіант	Фенологічні фази росту і розвитку			Ранній урожай, т/га
	третій справжній листок	цвітіння жіночих квіток	початок утворення перших плодів	
Аякс F <sub>1</sub> (контроль)	24.05	20.06	26.06	28,7
Самородок F <sub>1</sub>	27.05	24.06	30.06	9,1
Гейм	30.05	28.06	4.07	3,8
Джерело	25.05	22.06	28.06	7,5
Атлантіс F <sub>1</sub>	23.05	19.06	25.06	31,5
Кріспіна F <sub>1</sub>	23.05	19.06	25.06	29,9
Пасалімо F <sub>1</sub>	23.05	19.06	25.06	30,8
Беттіна F <sub>1</sub>	24.05	19.06	25.06	32,8
Спарта F <sub>1</sub>	25.05	20.06	26.06	33,1
Джустіна F <sub>1</sub>	25.05	21.06	27.06	34,9

Щодо раннього урожаю, то найбільшим він був у гібридів Джустіна (34,9 т/га), Спарта (33,1 т/га) та Беттіна (32,8 т/га), що свідчить про їх високий потенціал продуктивності у ранній період. Найнижчий ранній урожай зафіксовано у сортів Гейм та Джерело – відповідно 3,8 т/га і 7,5 т/га, що пояснюється пізнішим вступом у фазу плодоношення та низьким рівнем продуктивності.

Одержані багаторічні дослідження показали, що у всіх досліджуваних гібридів огірка розсадний спосіб вирощування на 8–9 діб прискорював вступ рослин у фазу формування третього справжнього листка, цвітіння та утворення перших плодів (табл. 3). Серед досліджуваних гібридів першими почали плодоносити ранньостиглі гібриди Беттіна та Аякс – 24.06.

На отримання раннього врожаю огірка беззаперечно має вплив спосіб вирощування рослин. Дані показали, що на всіх досліджуваних гібридах завдяки розсадному методу збільшувалася величина ранньої продукції. Так, у гібрида Самородок

вона зростала на 4,2 т/га, у гібридів Аякс та Беттіна – відповідно на 5,4 т/га і 6,4 т/га (рис. 1). Таке зростання раннього урожаю пояснюється швидшим розвитком розсадних рослин, кращими біометричними параметрами та заляганням кореневої системи у верхньому більш родючому шарі.

Таблиця 3

**Фенофази росту і розвитку гібридів огірка залежно від способу вирощування рослин (середнє за 2018–2023 рр.)**

Варіант		Фенологічні фази росту і розвитку		
гібрид	спосіб вирощування рослин	третій справжній листок	цвітіння жіночих квіток	початок утворення перших плодів
Самородок F <sub>1</sub>	безрозсадний (контроль)	5.06	3.07	9.07
	розсадний	28.05	25.06	1.07
Беттіна F <sub>1</sub>	безрозсадний	3.06	27.06	3.07
	розсадний	25.05	18.06	24.06
Аякс F <sub>1</sub>	безрозсадний	2.06	26.06	2.07
	розсадний	24.05	18.06	24.06

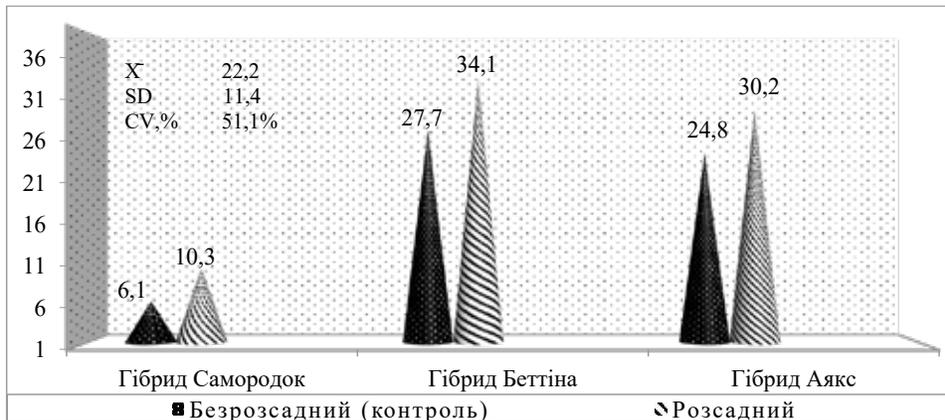


Рис. 1. Ранній урожай гібридів огірка залежно від способу вирощування рослин, т/га (середнє за 2018–2023 рр.)

Мульчувальні матеріали впливали на ріст і розвиток рослин огірка гібрида Атлантик. Так, третій справжній листок раніше формувався у варіанті мульчування ґрунту чорною плівкою – 22.05, що раніше за контроль на 3 доби (табл. 4). У фазу цвітіння та початок плодоношення рослини найраніше вступали за мульчування чорною плівкою – відповідно 18.06 та 24.06, що на 4 доби раніше контрольного варіанта.

Деяке прискорення у проходженні фенофаз росту і розвитку рослин спостерігали також у варіантах мульчування чорним агроволокном та перегноем, тоді як за покриття ґрунту тирсою і соломою у рослин фази розвитку відбувалися із запізненням від контролю.

Щодо величини раннього урожаю, то найбільшим він був за мульчування ґрунту чорною плівкою – 35,8 т/га, що більше за контроль на 3,9 т/га. Збільшення ранньої продукції відносно контролю також було за мульчування чорним агроволокном та перегноєм – відповідно 2,2 т/га і 0,4 т/га. За використання в якості мульчі тирси та соломи величина раннього урожаю відносно контролю знижувалася.

Таблиця 4

**Фенофази росту і розвитку рослин та величина раннього урожаю залежно від мульчувального матеріалу (середнє за 2010–2018 рр.)**

Варіант	Фенологічні фази росту і розвитку			Ранній урожай, т/га
	третій справжній листок	цвітіння жіночих квіток	початок утворення перших плодів	
Без мульчі (контроль)	25.05	21.06	27.06	31,9
Плівка поліетиленова чорна	22.05	17.06	23.06	35,8
Агроволокно чорне	23.05	19.06	25.06	34,1
Тирса	26.05	22.06	28.06	29,6
Солома	27.05	23.06	29.06	29,0
Перегній	23.05	19.06	25.06	32,3
НІР <sub>05</sub>	–			3,9

**Висновки та пропозиції.** В умовах Лісостепу України шпалерна технологія вирощування рослин огірка на 9–10 діб прискорює проходження фенофаз росту і розвитку та збільшує величину раннього урожаю на 2,9–4,7 т/га, залежно від досліджуваного гібрида.

Швидші темпи розвитку зафіксовано у ранньостиглих гібридів Беттіна, Пасалімо, Кріспіна та Атлантик. Найвищий ранній урожай був у Джустина – 34,9 т/га, Спарти – 33,1 т/га та Беттіні – 32,8 т/га.

Завдяки розсадному методу вирощування рослини проходили фенологічні фази на 8–9 діб раніше, порівняно з безрозсадним. У досліджуваних гібридів застосування розсади збільшувало величину раннього урожаю на 4,2–6,4 т/га.

Мульчування ґрунту плівкою чорною поліетиленовою прискорювало настання фенофаз росту і розвитку на 3–4 доби відносно контролю, а приріст раннього урожаю склав 3,9 т/га.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Тернавський А.Г., Улянич О.І., Щетина С.В., Слободяник Г.Я., Бондаренко В.А. Вплив водоутримуючих гранул на продуктивність гібридів огірка за шпалерної технології вирощування рослин в умовах Лісостепу України. Овочівництво і баштаництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник / Інститут овочівництва і баштаництва НААН. Вип. 63. Харків: ВП „Плеяда”, 2017. С. 328–335.
2. Ромащенко М.І. Рекомендації з технології вирощування культури огірка на опорній системі при краплинному зрошенні. Київ, 2003. 48 с.
3. Улянич О.І. Шпалери як спосіб одержання екологічно чистого врожаю огірок: Збірник наукових праць УСГА. Умань, 1997. С. 318–320.
4. Власов В.І. Глобальна продовольча проблема. Київ, 2001. 506 с.

5. Вітанов О.Д., Ромащенко М.І., Яровий Г.І. Вирощування огірка на продовольчі цілі з використанням краплинного зрошення в умовах Лівобережного Лісостепу України. Рекомендації. Харків: ІОБ УААН, 2006. 12 с.
6. Дереча О.А. Природоохоронна технологія вирощування овочевих культур у відкритому ґрунті зони північного Лісостепу і Полісся України. Навчальний посібник. Житомир: Полісся, 2003. 208 с.
7. Kosterna, E., Zaniewicz-Bajkowska, A. The effect of AgroHydroGel and irrigation in celeriac yield and quality. *Folia Horticulturae Annalis*, 2012. 297 p.
8. Zaniewicz-Bajkowska, A., Kosterna, E., Rosa, R., Franczuk, J. The effect of plant mulches on soil moisture in vegetable cultivation. *EJPAU*, 2012. Vol. 15, Issue 2.
9. Стецишин П.О., Пиндус В.В., Рекуненко В.В. Основи органічного землеробства: навч. посіб. Вид. 2-ге. Вінниця: Нова Книга, 2011. 552 с.
10. Книш В. Способи мульчування ґрунту. Роль синтетичної мульчі при вирощуванні перцю солодкого і кавуна. *Овочівництво*. 2016. № 11.
11. Yaghi, T., Arslan, A., Naoum, F. Cucumber (*Cucumis sativus* L.) water use efficiency (WUE) under plastic mulch and drip irrigation. *Agricultural Water Management*. Vol. 128, 2013. P 149–157. doi.org/10.1016/j.agwat.2013.06.002.
12. Hallidri, M. (2001). Comparison of the different mulching materials on the growth, yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Acta Hortic*, 2001. 559, P. 49–54. <https://doi.org/10.17660/Acta Hortic.2001.559.3>.
13. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.
14. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: НІЧЛАВА, 2003. 320 с.
15. Мойсейченко В.Ф. Основи наукових досліджень у плодівництві, овочівництві, виноградарстві та технології зберігання плодоовочевої продукції. К.: УМКВО, 1992. 344 с.
16. Ермантраут Е.Р. Методика наукових досліджень в агрономії. Навчальний посібник. Житомир: ЖНАЕУ, 2010. 124 с.
17. ДСТУ 3247-95 „Огірки свіжі. Технічні умови”. К.: Держстандарт України, 1995. 17 с.

Дата першого надходження рукопису до видання: 19.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.31/37+631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.10>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОДОБРІВ У СТИМУЛЮВАННІ ФОРМУВАННЯ СІМБІОТИЧНОГО АПАРАТУ СОЇ

**Триус В.О.** – аспірант кафедри агротехнологій та ґрунтознавства,  
Сумський національний аграрний університет  
[orcid.org/0000-0002-6670-1139](https://orcid.org/0000-0002-6670-1139)

**Мурач О.М.** – науковий співробітник,  
Інститут сільського господарства Північного Сходу Національної академії  
аграрних наук України  
[orcid.org/0009-0000-6227-0493](https://orcid.org/0009-0000-6227-0493)

У статті представлено результати комплексних досліджень щодо оптимізації процесів формування та функціонування симбіотичного апарату сої в умовах Північно-Східного Лісостепу України шляхом застосування сучасних біологічних препаратів різного спрямування. Актуальність роботи зумовлена необхідністю пошуку шляхів підвищення азотфіксуючого потенціалу культури в умовах змін клімату та мінімізації використання мінеральних добрив. У ході польових експериментів вивчено вплив передпосівної інокуляції насіння та позакоренових обробок по вегетації на кількісні та якісні показники розвитку бульбочок на коріннях рослин.

Встановлено, що передпосівна інокуляція насіння препаратом Ризогумін та обробка регулятором росту Гуміфілд ВР-18 у поєднанні з наступним позакореновим підживленням рослин забезпечують потужний стимулюючий ефект на розвиток ризобіальних структур протягом усього періоду вегетації. Доведено, що динаміка формування симбіотичного апарату має чітко виражений характер із досягненням пікових значень у фазу цвітіння. Найвищу ефективність зафіксовано за умови комплексного застосування Ризогуміну в поєднанні з дворазовим обприскуванням посівів у фази бутонізації та наливу зерна. Така схема обробки забезпечує формування максимальної кількості бульбочок на рівні 36,7 од./роsl. із відповідною сирою масою 0,323 г/роsl.

Виявлено, що стимулюючий ефект специфічного інокулянту Ризогумін суттєво перевищує показники варіантів із застосуванням гуматного препарату Гуміфілд ВР-18, хоча останній також демонструє стабільний приріст відносно контролю. Встановлено, що найбільш критичним та стратегічно важливим періодом для проведення вегетаційних обробок є фаза бутонізації: стимуляція рослин саме в цей термін закладає фізіологічну основу для пролонгації активної роботи симбіозу на пізніх етапах органогенезу, зокрема у фазу наливу бобів. Натомість одноразове обприскування лише у пізню фазу наливу зерна виявилось найменш дієвим заходом.

**Ключові слова:** соя, Ризогумін, Гуміфілд, симбіотична активність, ризобіальні бульбочки, бульбочкові бактерії.

### **Trius V.O., Murach O.M. Effectiveness of biofertilizers in stimulating the formation of the soybean symbiotic apparatus**

The article presents the results of comprehensive studies on the optimization of the formation and functioning of the soybean symbiotic apparatus in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine through the use of modern biological preparations of various purposes. The relevance of the work is driven by the need to find ways to increase the nitrogen-fixing potential of the crop under climate change and to minimize the use of mineral fertilizers. During field experiments, the effect of pre-sowing seed inoculation and foliar treatments during the growing season on the quantitative and qualitative indicators of nodule development on plant roots was studied.

© Триус В.О., Мурач О.М., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

*It was established that pre-sowing seed inoculation with Ryzohumin and treatment with the growth regulator Humifield VR-18, in combination with subsequent foliar feeding, provide a powerful stimulating effect on the development of rhizobial structures throughout the entire growing season. It was proven that the dynamics of the symbiotic apparatus formation has a clearly defined character, reaching peak values during the flowering stage. The highest efficiency was recorded under the condition of integrated application of Ryzohumin in combination with double spraying of crops during the budding and grain filling stages. This treatment scheme ensures the formation of a maximum number of nodules at the level of 36.7 units/plant with a corresponding fresh weight of 0.323 g/plant.*

*The study revealed that the stimulating effect of the specific inoculant Ryzohumin significantly exceeds the indicators of variants using the humate preparation Humifield VR-18, although the latter also demonstrates a stable increase relative to the control. It was established that the most critical and strategically important period for carrying out vegetation treatments is the budding stage: plant stimulation at this time lays the physiological foundation for prolonging the active functioning of the symbiosis at late stages of organogenesis, particularly during the pod filling stage. Conversely, a single spraying only during the late stage of grain filling proved to be the least effective measure.*

**Key words:** soybean, Ryzohumin, Humifield, symbiotic activity, rhizobial nodules, nodule bacteria.

**Вступ.** Питання отримання «безкоштовного» азоту задля підвищення сталості виробництва, а також збільшення економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур є надзвичайно актуальним в умовах сьогодення. Загалом, світова тенденція вирощування агропродукції рухається у бік збільшення врожаїв та, водночас, зменшення використання мінеральних добрив задля можливості покращення екологічної ситуації [1]. Завдяки цьому розвивається ринок біодобрив, що містять собі ефективні мікроорганізми [2] та продукти їх життєдіяльності, активно вивчається питання використання мікоризних грибів, біочару [3] та інших засобів, що дозволяють покращити ефективність засвоєння мінеральних речовин рослинами, проте не мати негативного впливу на навколишнє середовище.

Вчені України та світу провели величезну кількість дослідів із вивчення впливу біодобрив у різних кліматичних зонах, що максимально відображає, коли такі добрива є дійсно ефективними, а в яких умовах їх дія буде мінімальною, або ж взагалі відсутньою. Також, детально досліджене питання способів внесення таких добрив, зокрема, через інокуляцію насіння, внесення в ґрунт чи фоліарно. Так, наприклад, польові дослідження проведені в умовах Правобережного Лісостепу встановили, що комплексне застосування біологічних препаратів – інокулянта Різолан, мікоризоутворюючого препарату Мікофренд та фосфор-каліймобілізуєчого біодобрива Граундфікс – забезпечило максимальний ростостимулюючий ефект. Зокрема, ця комбінація сприяла формуванню найвищої індивідуальної продуктивності (до 42,1 бобів/рослину) та найбільшої маси насіння з рослини (10,4–11,9 г), що відповідно забезпечило найвищу врожайність сої на рівні 4,05 т/га (сорт Медісон) із достовірним приростом до контролю у межах 17,9–18,1%. Таким чином, підтверджено високу агрономічну ефективність комплексної біологізації живлення сої на сірих лісових ґрунтах [4]. Проведені дослідження, що охопили період 2017–2021 років на сірих лісових ґрунтах, чітко засвідчили, що для забезпечення максимальної фотосинтетичної продуктивності посівів сої критично важливе комплексне застосування біологічних препаратів на фоні повного мінерального живлення. Зокрема, використання ґрунтового біодобрива Граундфікс (5 л/га) у передпосівну культивуацію разом із передпосівною обробкою насіння Мікофренд (1,5 л/т) на фоні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  забезпечило формування

максимальної площі асиміляційної поверхні – 40,4 тис. м<sup>2</sup>/га, що на 11,6 тис. м<sup>2</sup>/га перевищило контрольний варіант. Такий підхід також зумовив найвищий фотосинтетичний потенціал та найбільшу чисту продуктивність фотосинтезу, що підтверджує, що біологізація живлення є ефективним способом оптимізації роботи асиміляційного апарату сої та має тісний кореляційний зв'язок із кінцевим рівнем урожайності [5].

Проведені у 2023 році в умовах Північно-Східного Лісостепу дослідження встановили високу ефективність екологічно безпечних технологічних прийомів для підвищення симбіотичної активності та врожайності сої. Максимальний синергетичний ефект досягнуто при поєднанні інокуляції насіння препаратом Ризогумін з позакореневим підживленням рослин розчинами регулятора росту Гуміфілд ВР-18 (у фазу бутонізації) та водорозчинного добрива Фульвігрін Бор (у фазу наливу бобів). Такий комплексний підхід забезпечив найвищий показник врожайності – 2,60 т/га, що на 22,1% перевищує контрольний варіант (2,13 т/га), тоді як лише передпосівна обробка насіння Гуміфілд ВР-18 збільшила врожайність лише на 15%. Це підтверджує, що додавання до існуючої технології обробки насіння інокулянтном та подальше позакореневе підживлення є суттєвим додатковим елементом, який позитивно впливає на ріст, розвиток і кінцеву продуктивність сої [6]. Дослідження виконані Дідорою та іншими [7] підтвердили високу ефективність ЕМ-препаратів для підвищення продуктивності сої та відновлення родючості ґрунту. Встановлено, що дворазове позакореневе підживлення цими препаратами (ВВСН 13–19 та 49–59) оптимізує фотосинтетичну активність (44–45 тис. м<sup>2</sup>/га), значно стимулює симбіотичну азотфіксацію (маса бульбочок 156–158 кг/га), що забезпечує накопичення 242 кг/га біологічного азоту. У кінцевому підсумку це призводить до формування високої врожайності сої на рівні 3,3–3,4 т/га, підтверджуючи перспективність ЕМ-технології для екологічного рослинництва зі зменшенням потреби у мінеральних добривах.

Актуальність дослідження зумовлена світовою тенденцією до збільшення сталості аграрного виробництва, яке вимагає підвищення врожайності сої та водночас зменшення використання дорогих і екологічно небезпечних мінеральних добрив, зокрема азотних. Таким чином, вивчення та обґрунтування ефективності сучасних біопрепаратів, як-от Ризогумін, для стимулювання формування симбіотичного апарату сої є критично важливим для підвищення економічної ефективності вирощування культури та покращення екологічної ситуації в цілому.

**Постановка завдання.** Вивчення впливу досліджуваного біодобрива проводилось в умовах Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Дослідна ділянка розташовувалась на полі, де ґрунт ідентифікується як чорнозем типовий із вмістом гумусу 4,6%, а рН<sub>ксі</sub> – 5,5. Вміст основних макроелементів у ґрунті наведений у Таблиці 1.

Таблиця 1

**Вміст доступних форм макроелементів на досліджуваній ділянці**

Показник	Кількість, мг/100 г ґрунту
Азот легкогідрозований (Корнфілд)	14,2
Фосфор рухомий	19,3
Калій обмінний	8,1

На Рисунку 1 представлена динаміка основних кліматичних показників за період від квітня до вересня 2025 р. Графік демонструє чітку сезонну закономірність: температура та опади зростають від квітня, досягаючи свого максимуму в липні, що характерно для помірного клімату Сумської області.

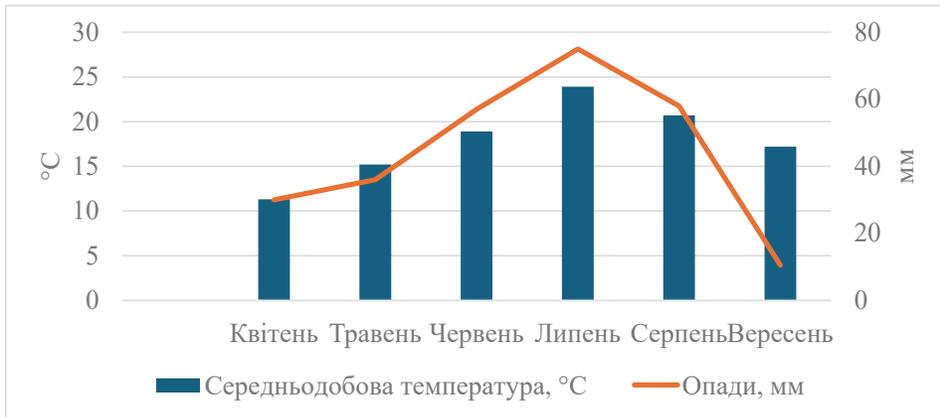


Рис. 1. Кліматичні показники вегетаційного сезону 2025р.

Середньодобова температура повітря зростає з 11°C у квітні до пікового значення 24°C у липні, після чого поступово знижується до 17°C у вересні. Аналогічна тенденція спостерігається і для опадів, які зростають від 30 мм (квітень) до максимального значення 75 мм у липні. При цьому відбулось значне падіння кількості опадів у вересні до 10 мм, що свідчить про настання посушливого періоду наприкінці вегетаційного сезону.

Технологія вирощування сої сорту Сіверка відповідала стандартним технологічним картам у Північно-Східному Лісостепу України, попередник – пшениця яра. Площа дослідної ділянки 100 м<sup>2</sup>. Схема дослідження включала 2 фактори, що більш детально відображені у Таблиці 2. Перед сівбою насіння сої проходило обов'язкову фунгіцидну обробку. За два тижні до сівби його протруювали препаратом Максим XL 035 FS у нормі 1 л/т. У день сівби підготовлене насіння обробляли регуляторами росту. Насіння контрольного варіанту зволожували водою (з розрахунку 1% від маси насіння), тоді як насіння дослідних варіантів обробляли стимулятором росту Гуміфілд ВР-18 в.с. у нормі 0,8 л/т. Препарати Гуміфілд ВР-18 в.с. та Фульвігрін Бор в.с. також використовувалися для позакореневої обробки вегетуючих рослин сої згідно зі схемою дослідження та у рекомендованих нормах концентрації.

Фенологічні спостереження в польових дослідженнях проводили з метою отримання достовірної оцінки згідно з «Методикою Державного сортовипробування сільськогосподарських культур».

Протягом вегетації та перед збиранням урожаю здійснювали низку ключових вимірювань. Для оцінки симбіотичної активності відбирали моноліти ґрунту розміром 25×25×30 см. Після ретельного відмивання кореневої системи з кожного варіанта відбирали по 5 типових рослин. На них відокремлювали ризобіальні бульбочки, підраховували їхню середню кількість на одну рослину, а також встановлювали їхню масу (після підсушування). Статистичну обробку даних було проведено із використанням Statistica 10.0.

Таблиця 2

## Схема польового досліджу

№ п/п	Фактор А: Обробка насіння (Доза)	Фактор В: Обробка рослин по вегетації	Комбінація (Варіант досліджу)
1	Контроль (обробка насіння водою)	1. Контроль (без обробки препаратами)	A1B1 (Абсолютний контроль)
2	Контроль (обробка насіння водою)	2. Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га) – фаза бутонізації	A1B2
3	Контроль (обробка насіння водою)	3. Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га) – фаза наливу бобів	A1B3
4	Контроль (обробка насіння водою)	4. Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Фульвігрін Бор (0,5 л/га)	A1B4
5	Ризогумін (2 кг/т насіння)	1. Контроль (без обробки препаратами)	A2B1
6	Ризогумін (2 кг/т насіння)	2. Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га) – фаза бутонізації	A2B2
7	Ризогумін (2 кг/т насіння)	3. Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га) – фаза наливу бобів	A2B3
8	Ризогумін (2 кг/т насіння)	4. Гуміфілд ВР-18 (0,4 л/га) + Фульвігрін Бор (0,5 л/га)	A2B4 (Максимальна обробка)

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Візуалізація отриманих даних (Рис. 2) свідчить про суттєву перевагу варіантів із застосуванням біопрепаратів над контрольними показниками, де обробка насіння проводилася водою.

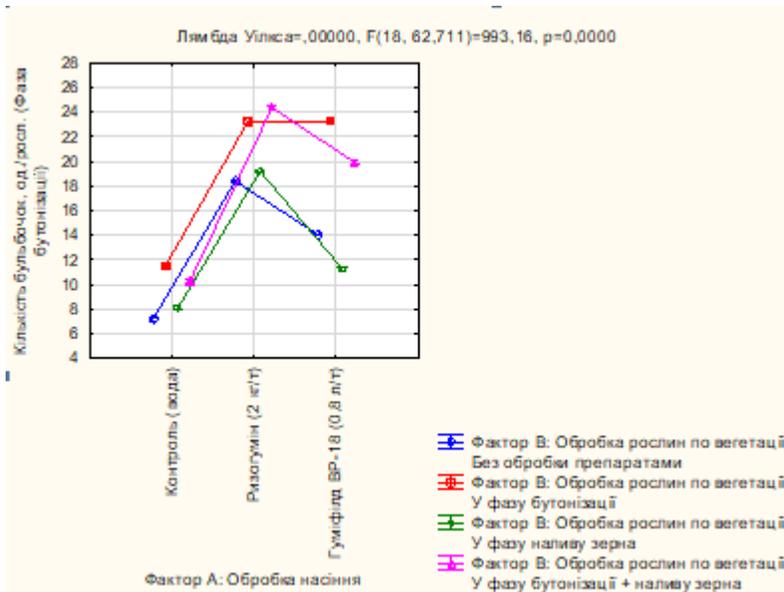


Рис. 2. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на кількість бульбочок (од./росл.) у фазу бутонізації

Встановлено, що найбільш інтенсивне формування симбіотичного апарату у фазу бутонізації забезпечує поєднання інокуляції насіння Ризогуміном із позакореневою обробкою у фазу бутонізації, що дозволяє досягти показника понад 23 од./роsl. Варіант із застосуванням Гуміфілду ВР-18 також демонструє високу ефективність, особливо за умов подвійного обприскування по вегетації (бутонізація + налив зерна), де кількість бульбочок досягає максимальних значень для цього препарату – близько 24,4 од./роsl. Найменший приріст відносно контролю спостерігається у варіантах із обробкою рослин лише у фазу наливу зерна, що пояснюється фізіологічними особливостями розвитку бобових культур на ранніх етапах. Статистична значущість отриманих результатів підтверджується значенням Лямбда Вілкса (0,00000) та критерієм Фішера ( $F=993,16$ ), що вказує на високу вірогідність впливу досліджуваних факторів на формування кількості бульбочок.

Аналіз представлених даних з Рисунка 3 свідчить про досягнення пікових значень формування симбіотичного апарату саме у фазу цвітіння, що підтверджується високою статистичною значущістю моделі (Лямбда Уїлкса = 0,00000;  $F = 993,16$ ).

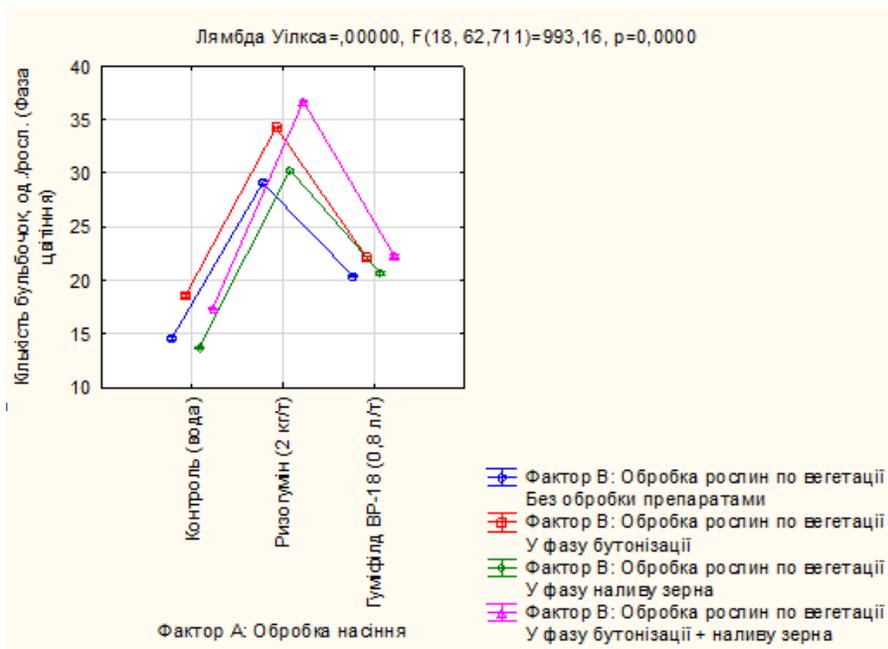


Рис. 3. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на кількість бульбочок (од./роsl.) у фазу цвітіння

Встановлено, що застосування Ризогуміну як самостійного чинника забезпечує формування близько 29,1 од. бульбочок на одну рослину, що значно перевищує показники контролю. Найвищу ефективність у цій фазі продемонструвала комбінована схема застосування Ризогуміну з подвійним обприскуванням по вегетації (у фазі бутонізації та наливу зерна), де кількість бульбочок сягнула максимальної позначки – 36,7 од./роsl. Використання Гуміфілду ВР-18 також сприяло інтенсифікації симбіозу порівняно з контролем, проте за абсолютними показниками

цей препарат поступався інокуляції Ризогуміном, варіюючи в межах 20,4–22,3 од./росл. залежно від способу обробки по вегетації. Характерно, що обприскування лише у фазу наливу зерна у всіх варіантах було менш ефективним, ніж обробка у фазу бутонізації, що вказує на важливість раннього стимулювання рослин для пролонгації активної роботи симбіотичного апарату.

Аналіз даних у фазу наливу бобів підтверджує збереження високої ефективності досліджуваних препаратів (Рис. 4.). Встановлено, що найбільшу кількість бульбочок на коріннях сформували рослини за варіанту обробки насіння Ризогуміном у поєднанні з обприскуванням посівів у фазу бутонізації – показник сягнув максимуму у 38,2 од./росл.

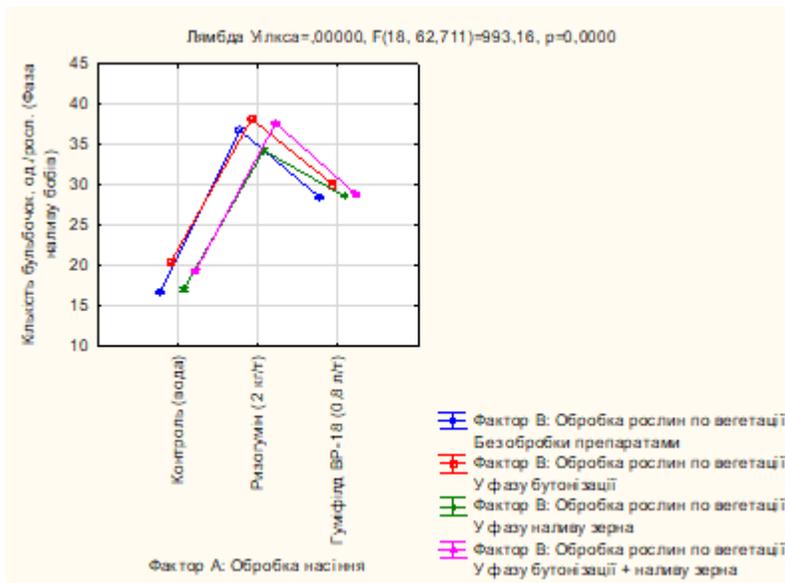


Рис. 4. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на кількість бульбочок (од./росл.) у фазу наливу бобів

При застосуванні Гуміфілду ВР-18 пікові значення спостерігалися за комбінованої схеми обробки у фазі «бутонізація + налив зерна», де кількість бульбочок становила близько 28,9 од./росл., що суттєво перевищує контрольні показники (16,7–20,6 од./росл.).

Характерною особливістю цієї фази є те, що інокуляція насіння Ризогуміном забезпечує стабільно вищий рівень азотфіксації порівняно з використанням Гуміфілду, незалежно від схеми вегетаційних обробок. Водночас спостерігається певна тенденція до стабілізації або незначного зниження кількості активних бульбочок порівняно з фазою цвітіння, що пов'язано з природним перерозподілом пластичних речовин до репродуктивних органів. Одноразове обприскування лише у фазу наливу зерна виявилось найменш ефективним серед усіх варіантів із застосуванням препаратів, що підкреслює необхідність стимуляції рослин на більш ранніх етапах органогенезу.

Аналіз представлених даних (Рис. 5) свідчить про суттєву варіабельність маси симбіотичного апарату залежно від обраної схеми захисту та стимуляції рослин.

Встановлено, що застосування Ризогуміну у комплексі з позакореневим підживленням у фазі бутонізація + налив зерна забезпечує формування максимальної маси бульбочок – близько 0,215 г/роsl.

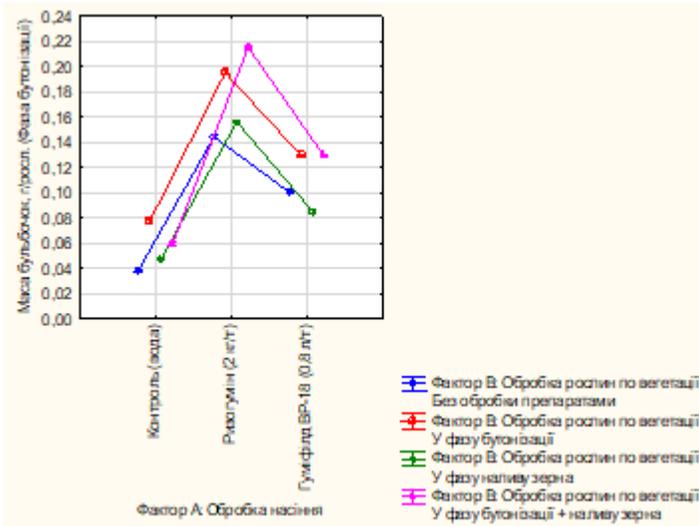


Рис. 5. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на сирі масу бульбочок у фазу бутонізації

Використання препарату Гуміфілд ВР-18 також демонструє позитивний ефект, проте пікові значення маси за цієї схеми обробки перебувають у межах 0,129 г/роsl., що майже вдвічі менше порівняно з інокуляцією Ризогуміном. Характерно, що обприскування лише у фазу наливу зерна виявилось найменш ефективним серед усіх варіантів із застосуванням препаратів, де показники маси знижувалися до рівня 0,085 г/роsl. (для Гуміфілду) та 0,156 г/роsl. (для Ризогуміну).

Аналіз графічних даних (Рис. 6) свідчить про значну інтенсифікацію накопичення маси симбіотичного апарату у фазу цвітіння під впливом досліджуваних препаратів. Встановлено, що найбільшу масу бульбочок сформували рослини за варіанту інокуляції насіння Ризогуміном у поєднанні з подвійним позакореневим підживленням (бутонізація + налив зерна), де показник сягнув свого максимуму – 0,323 г/роsl. Застосування препарату Гуміфілд ВР-18 також забезпечило суттєве зростання маси порівняно з контрольними варіантами, проте пікові значення для цього препарату були зафіксовані на рівні 0,165 г/роsl. (при аналогічній подвійній обробці по вегетації), що вдвічі менше за показники інокуляції.

Обприскування лише у фазу наливу зерна (зелена лінія на графіку) виявилось найменш ефективним прийомом серед усіх варіантів із застосуванням препаратів, що підтверджує важливість стимулювання рослин саме на етапі бутонізації для досягнення максимальної продуктивності симбіозу.

Аналіз експериментальних даних (Рис. 7) у фазу наливу бобів свідчить про досягнення максимальних значень сирої маси симбіотичного апарату за весь період вегетації. Встановлено, що найвищі показники маси зафіксовані у варіанті з інокуляцією насіння Ризогуміном у поєднанні з подвійним обприскуванням

у фази бутонізації та наливу зерна – показник сягнув 0,345 г/роsl. При застосуванні препарату Гуміфілд ВР-18 також спостерігається суттєвий приріст маси відносно контролю, де за аналогічної схеми вегетаційних обробок маса бульбочок становила 0,201 г/роsl. Характерно, що на цьому етапі розвитку рослин різниця між варіантами обробки по вегетації у фазу бутонізації та у фазу бутонізації + наливу є найбільш вираженою, що вказує на кумулятивний ефект від повторного внесення стимуляторів.

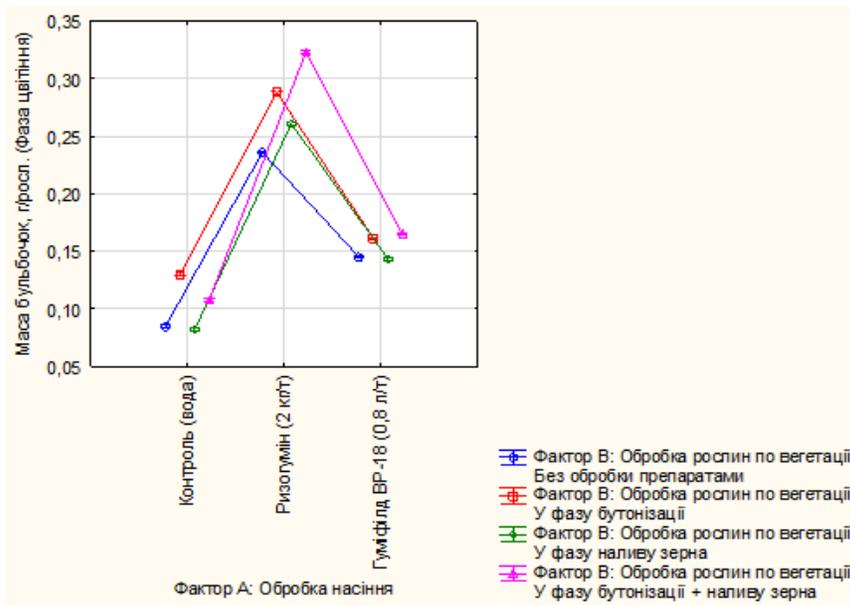


Рис. 6. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на сиру масу бульбочок у фазу цвітіння

Водночас одноразове обприскування лише у пізню фазу (налив зерна) продемонструвало найнижчу ефективність серед усіх дослідних варіантів, що підкреслює визначальну роль раннього формування потужного симбіотичного апарату для забезпечення азотфіксації на фінальних етапах органогенезу.

Схожого висновки про ефективність біодобрива було отримано у дослідженні [8]. Встановлено, що інокуляція насіння Ризогуміном критично необхідна для забезпечення максимальної ефективності азотфіксуючого симбіозу на фоні внесення азоту в дозах  $N_{60}P_{60}K_{60}$  на чорноземах Лісостепу. У результаті дослідження [9] було встановлено, що Ризогумін забезпечує активне формування бульбочок на коренях сої, при цьому максимальна кількість і маса бульбочок була відзначена у сортів Монада та Княжна. Застосування Ризогуміну також сприяло оптимізації продуктивності культури, забезпечивши максимальний врожай у тих самих сортів. Встановлено, що найбільш ефективним елементом технології вирощування сої є поєднання передпосівного розпушування ґрунту агрегатом АК-6 та бактеризації насіння препаратом Ризогумін. Така комбінація забезпечила найвищий рівень врожайності сої, що, завдяки інтенсифікації симбіотичної азотфіксації, призвело до найбільшого умовно чистого прибутку та рентабельності [10].

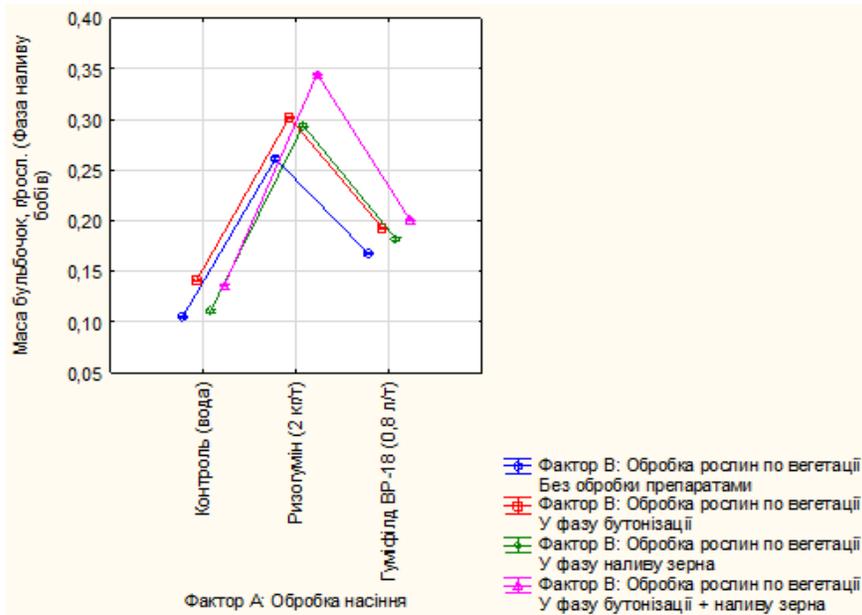


Рис. 7. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на сиру масу бульбочок у фазу наливу бобів

**Висновки.** На основі проведеного аналізу встановлено, що динаміка накопичення маси симбіотичного апарату сої прямо залежить від обраної схеми передпосівної та вегетаційної обробки, досягаючи своїх пікових значень у фазу наливу бобів. Найвищу ефективність продемонструвало поєднання інокуляції насіння Ризогуміном із дворазовим позакореневим підживленням у фази бутонізації та наливу зерна, що дозволило сформувати максимальну сиру масу бульбочок на рівні 0,345 г/росл. Застосування Гуміфілду ВР-18 також забезпечило суттєве зростання маси відносно контролю (0,201 г/росл. проти 0,105 г/росл. у контролі без обробок), проте цей препарат продемонстрував меншу стимулюючу здатність порівняно з інокулянтом. Доведено, що одноразове обприскування рослин лише у пізню фазу наливу зерна є найменш ефективним заходом, що підкреслює визначальну роль ранньої стимуляції рослин для пролонгації активної роботи азотфіксуючих структур на фінальних етапах вегетації.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Datsko O. Regenerative farming as a tool to combat climate change. *Modern Phytomorphology*. 2025. Vol. 19. P. 117–120.
2. Дацько О. М. Рослинні пробіотики: вплив на рослини в умовах стресу. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*. 2021. Вип. 43(1). С. 10–18. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.2>.
3. Clough T., Condon L., Kammann C., Müller C. A Review of Biochar and Soil Nitrogen Dynamics. *Agronomy*. 2013. Vol. 3(2). P. 275–293. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy3020275>.
4. Tsyhanskyi V. Optimization of the soy fertilization system based on the use of drugs of biological origin in the conditions of the right bank. *Agriculture and Forestry*. 2021. № 2. С. 69–81. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-2-6>.

5. Didur I., Tsyhanskyi V. Formation of the photosynthetic productivity of soybean crops under a biologized food system. *Agriculture and Forestry*. 2023. P. 44–56. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-3-4>.
6. Trius V. O. Effectiveness of application of microbial preparations and physiologically active substances on soybean productivity indicators in the conditions of the Northeastern Forest Steppe of Ukraine / et al. *Taurian Scientific Herald*. 2024. Vol. 2(136). P. 181–188. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.22>.
7. Дідора В. Г., Дербон І. Ю., Стоцька С. В. Продуктивність сої в умовах полісся залежно від ем-препаратів. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*. 2025. Вип. 46. С. 42–52. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.5>.
8. Kalenska S., Novytska N., Kalenskii V., Garbar L., Stolyarchuk T., Doktor N., Kormosh S. and Martunov A. The efficiency of combined application of mineral fertilizers, inoculants in soybean growing technology, and functioning of nitrogen-fixing symbiosis under increasing nitrogen rates. *Agronomy Research*. 2022. 20(4), 730–750. <https://doi.org/10.15159/AR.22.075>.
9. Ходаницька О. О., Погоріла Л. Г., Шевчук О. А., Ткачук О. О. та Рудик О. Б. Продуктивність сої під впливом мікробних препаратів. *Корми та кормо виробництво*. 2024. № 97. С. 77–84. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202497-08>
10. Гангур В. В., Пипко О. С., Прокопів О. О. Продуктивність сої залежно від технології передпосівного обробітку ґрунту та інокулювання. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 4. С. 85–90. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.10>.

Дата першого надходження рукопису до видання: 18.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

УДК 631.816.11

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.11>

## ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ДАНИХ АНАЛІЗУ ВМІСТУ ФОСФОРУ ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ МЕТОДИК ЙОГО ВИЗНАЧЕННЯ

**Фурманець О.А.** – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування  
[orcid.org/0000-0003-0082-7895](https://orcid.org/0000-0003-0082-7895)

**Лико Д.В.** – д.с.-г.н., професор,

Національний університет водного господарства та природокористування  
[orcid.org/0000-0003-0184-0549](https://orcid.org/0000-0003-0184-0549)

**Крайна М. А.** – аспірантка кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування  
[orcid.org/0009-0008-7755-8252](https://orcid.org/0009-0008-7755-8252)

Дослідження мало на меті оцінити збіжність даних вмісту фосфору в одних і тих же зразках ґрунтів, що виконані із використанням різних методів екстракції, спробувати виявити можливість для їх взаємної конвертації та приведення до єдиної системи оцінки. Для цього було сформовано вибірку із зразків ґрунту, виконано їх підготовку та подальший лабораторний аналіз за загальноприйнятими методами. Для кращої оцінки збіжності у вибірку були включені зразки різних типів ґрунтів (дерново-підзолистий супіщаний, сірий лісовий опідзолений, темно-сірий опідзолений, чорнозем опідзолений середньосуглинковий) які є зональними для регіону.

Результати досліджень показали неоднозначність у трактуванні результатів залежно від конкретної обраної методики. Так абсолютні значення вмісту фосфору дуже коливаються, залежно від типу обраної методики, що є наслідком різної сили екстрагуючого агента. При цьому пряме порівняння рівнів забезпеченості також не є достатньо ефективним, оскільки вплив фактора рН витяжки (та відповідною зміною фактично екстрагованої фракції фосфору) не може напряму бути врахований корекцією градації забезпеченості. Тому у випадку використання загальноприйнятих державних методик визначення важливо прагнути до максимальної відповідності типу витяжки та реакції ґрунтового розчину конкретного типу ґрунту. У випадку необхідності порівняння даних, що отримані в різний час вітчизняним та закордонними методиками (Mehlich3, Bray, Olsen) таку інтерпретацію бажано виконувати маючи контрольну вибірку даних, що виконана одночасно двома методиками. Якщо такої змоги немає, то можна опиратись на методику Mehlich3 як на найбільш адаптивну і менш залежну від складу конкретного зразка ґрунту.

За будь-яких умов оцінка даних визначення вмісту фосфору повинна виконуватись із врахуванням сукупності агрохімічних показників ґрунту (вміст органічної речовини, показників кислотності, ємкості катіонного обміну). Для відслідковування динаміки зміни вмісту фосфору в ґрунті вкрай рекомендовано використовувати одну і ту ж методику, оскільки використання навіть не оптимального, для конкретних умов, методу може принести менше похибки, ніж спроби приведення різних даних до одного знаменника.

**Ключові слова:** вміст фосфору у ґрунті, методологія визначення, агрохімічний стан ґрунтів, порівняння методів визначення, фосфатний режим.

**Furmanets O.A., Lyko D.V., Krayna M.A. Interpretation of soil phosphorus content analysis data which obtained with different methods of its determination**

*The study aimed to assess the convergence of phosphorus content data in the same soil samples, which were performed using different extraction methods and to try to identify opportunities for*

© Фурманець О.А., Лико Д.В., Крайна М. А., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

*their mutual conversion and reduction to a single evaluation system. For this purpose, a number of soil samples was formed and were performed subsequent laboratory analysis using generally accepted methods. For a better assessment of the convergence, samples of different types of soils which are zonal for the region (sod-podzolic sandy loam, gray forest podzolic, dark gray podzolic, chernozem podzolic medium loam) were included in the sample.*

*The results of the studies showed ambiguity in the interpretation of the results depending on the specific method chosen. Thus, the absolute values of phosphorus content fluctuate greatly, depending on the type of selected method, which is a consequence of the different strength of the extracting agent. At the same time, a direct comparison of the levels of availability is also not sufficiently effective, since the influence of the pH factor of the extract (and the corresponding change in the actually extracted phosphorus fraction) cannot be directly taken into account by correcting the gradation of availability. Therefore, in the case of using generally accepted state methods of determination, it is important to strive for maximum compliance with the type of extract and the reaction of the soil solution of a specific type of soil. In the case of the need to compare data obtained at different times by state and foreign methods (Mehlich3, Bray, Olsen), such an interpretation is desirable to perform with a control sample of data performed simultaneously by two methods. If this is not possible, then one can rely on the Mehlich3 method as the most adaptive and less dependent on the composition of a specific soil sample.*

*Under any conditions, the assessment of phosphorus content data should be carried out taking into account the complex of soil agrochemical indicators (organic matter content, acidity indicators, cation exchange capacity). To track the dynamics of changes in soil phosphorus content, it is highly recommended to use the same methodology, since the use of even a method that is not optimal for specific conditions may result in less error than attempts to reduce different data to a single denominator.*

**Key words:** *phosphorus content in soil, determination methodology, agrochemical condition of soils, comparison of determination methods, phosphate regime.*

**Постановка проблеми.** Фосфор є важливим хімічним елементом для розвитку рослин, який відіграє фундаментальну роль у різних фізіологічних процесах. Він присутній у клітинах рослин як структурний компонент ДНК, РНК та АТФ, та у системах транспорту енергії та вуглеводного обміну [1].

Дефіцит фосфору може призвести до недостатнього росту, низької продуктивності та якості сільськогосподарських культур.

В той же час надлишок фосфору може спричинити цілу низку негативних екологічних наслідків. Надмірне накопичення фосфору в матрицях навколишнього середовища, таких як ґрунт, вода та повітря, спричиняє серйозні екологічні ризики [2, 3]. Надлишок фосфору спричиняє евтрофікацію водних систем, що призводить до цвітіння водоростей, що знижують рівень кисню та порушують водне життя. У той час як аерозолі, що містять фосфор, сприяють забрудненню атмосфери твердими частинками, накопичення фосфору в ґрунті може змінити мікробну активність та знизити доступність поживних речовин [4]. Тому розуміння методів визначення фосфору в різних ґрунтах, має першорядне значення для оптимізації живлення рослин та забезпечення управління поживними речовинами [3, 4].

Серед основних елементів живлення фосфор є найдорожчим за одиницю діючої речовини, а обмеженість наявних сировинних ресурсів, в т.ч. в контексті агресії з боку РФ, сприяє постійному зростанню ринкової вартості фосфорних добрив. Таким чином економічна складова є ще одним важливим елементом, який обґрунтовує необхідність максимально коректної та своєчасної діагностики вмісту фосфору у ґрунтах різного складу.

Стандартизованими методиками визначення фосфору в ґрунтах України є методи Кірсанова, Чирікова та Мачигіна (ДСТУ 4114-2002, ДСТУ 4115-2002). На території США та європейських країн поширена низка інших методик – **Olsen, Mehlich, Bray** та їх модифікації. Частина комерційних лабораторій активно

імплементує закордонні методи визначення, ще частина напряму виконує аналізи за межами України. Все це призводить до значної варіативності даних вмісту фосфору в ґрунтах, що ускладнює їх інтерпретацію, оцінку фосфорного режиму ґрунтів в динаміці та робить неможливим якісну побудову режиму живлення в ротачії польових культур.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Перші спроби виконати порівняльний аналіз різних методик визначення фосфору були ще наприкінці минулого сторіччя. Багато наукових праць присвячено питанням оптимізації методів діагностики доступного фосфору у ґрунтах. Над цим працювали вітчизняні науковці з різних регіонів – Стахів М. П. [5], Яценко Л. А. [6], Крамарьов С. М., Кирильчук А. М. [7] та закордонні вчені з усього світу Ziadi N [8], Cadet A. [9], Guerin J. [10], Wuencher R. [11] та інші.

Проблема порівняльної інтерпретації різних методик, актуальна для України, також активно обговорюється і в світовій науковій спільноті. Так R. Wuenscher виконав порівняльний аналіз чотирнадцяти різних методів екстракції фосфору з ґрунту та проаналізував їх застосовуваність для вибірки з п'ятидесяти різних ґрунтів [12]. А. Cadet наголосив на проблемі коректного підбору методу екстракції для найбільш точного визначення саме доступних для рослин фосфатів ґрунту на прикладі ґрунтового покриву Франції [9]. М. Latrou розмежував оптимальні методи визначення фосфатів ґрунту залежно від його типу, зокрема за показником природного рН, для методів Олсена та Меліха [13].

Серед вітчизняних учених також популярна тема порівняльної оцінки методів визначення фосфору, серед публікацій на цю тему варто виділити працю М. Мірошніченко та А. Христенка [12] у якій наведені дані обширного порівняння загальнопоширених методів та побудовані окремі регресійні рівняння для переведення даних, що отримані за однією методикою, до рівня даних іншої.

Зі свого ми зробили спробу оцінити коректність запропонованих авторами рівнянь перетворення для умов ґрунтового покриву Західної України та виконати порівняльну оцінку власних даних, що отримані різними методами.

**Мета.** Оцінити збіжність даних вмісту фосфору в одних і тих же зразках ґрунтів, що виконані із використанням різних методів екстракції, спробувати виявити можливості для їх взаємної конвертації та приведення до єдиної системи оцінки. З цією метою впродовж 2022-2024 років було відібрано низку зразків ґрунту, виконано їх підготовку та подальший лабораторний аналіз за загальноприйнятими методами. Для кращої оцінки збіжності у вибірку були включені зразки різних типів ґрунтів (дерново-підзолистий супіщаний, сірий лісовий опідзолений, темно-сірий опідзолений, чорнозем опідзолений середньосуглинковий) які є зональними для регіону.

**Матеріали та методи.** Для порівняльного тесту використано близько 300 зразків ґрунтів. Визначення фосфору методами Чирікова, Мачигіна та Кірсанова виконувались згідно ДСТУ 4114-2002, 4115-2002, 4405-2005. Методом Mechlich 3 в модифікації університету Огайо [16], методами Bray та Olsen відповідно до стандартних операційних процедур FAO [14, 15].

**Результати досліджень.** На первинному етапі була сформована вибірка зрізків, що відібрані із основних типів зональних ґрунтів (горизонт 0-30 см). В кожному із зразків було проведено визначення основних агрохімічних показників (вміст органічної речовини, рН водний та сольовий, вміст основних катіонів, фосфору та калію). Визначення вмісту фосфору виконане суцільно за методом Чирікова, а також дублюючими методиками – при рН<sub>сол</sub> < 5,5 – методом Кірсанова, при



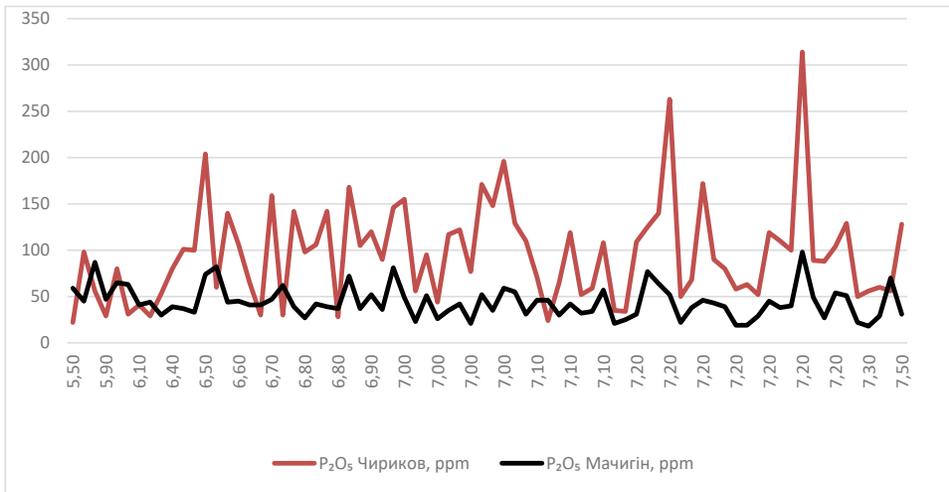


Рис. 2. Вміст фосфору у зразках, що отримані за методиками Мачигіна та Чирікова, абсолютні значення мг/кг

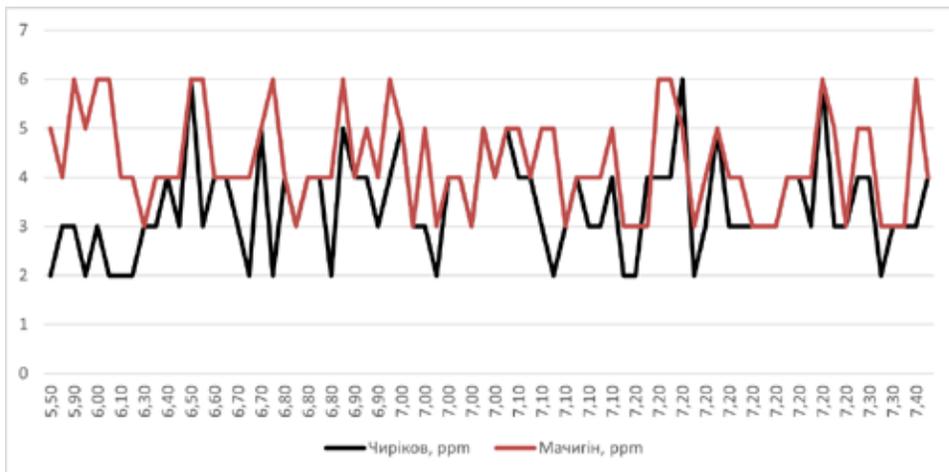


Рис. 3. Вміст фосфору у зразках, що отримані за методиками Мачигіна та Чирікова, рівні забезпеченості

В діапазоні рН 5,5-6,5 розбіжність забезпеченості дуже значна і може досягати 3-4 рівнів (низький – дуже високий), на попередній діаграмі було помітно, що абсолютні значення отримані за двома методиками дуже близькі, а розкид рівнів забезпеченості зумовлений відмінними градаціями (наприклад 46 мг/кг за Чиріковим відповідає низькій забезпеченості, за Мачигіним – високій).

У випадку порівняння даних в слаболужному діапазоні, де типовою прийнятою методикою є метод Мачигіна розкид рівнів забезпеченості не такий значний, однак все ще помітний. Кореляція рядів даних в цьому випадку складає близько

0,6. При цьому на рівні загальної тенденції метод Чирікова показує занижені дані забезпеченості, особливо в діапазоні низький-середній вміст фосфору. Більш актуальним для сучасного аграрія є питання інтерпретації даних вмісту фосфору, що отримані закордонними методиками, особливо у випадку наявності попередніх даних стандартизованими методиками.

На меншій вибірці даних було виконано повний спектр аналітичних визначень за методиками Чирікова, Мачигіна, Mehlich3, Bray та Olsen. Результати визначень наведені на рисунках 4 та 5.

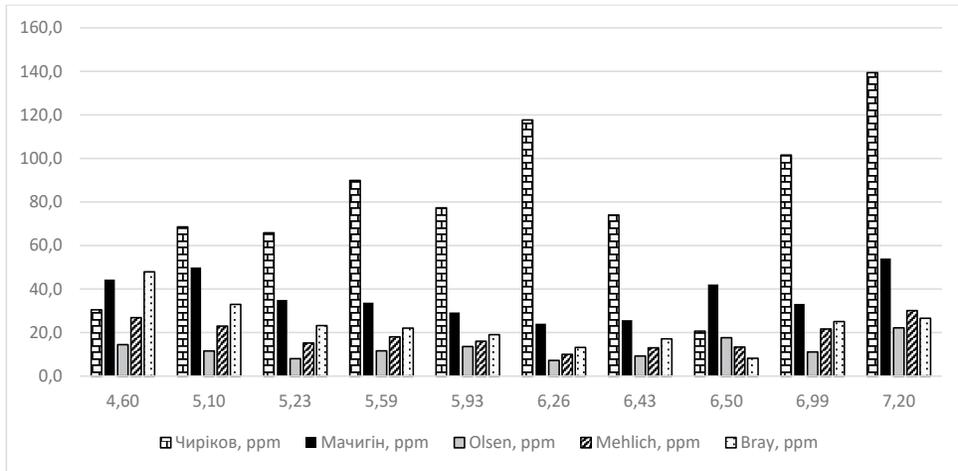


Рис. 4. Порівняння результатів Чиріков-Мачигін-Mehlich-Bray-Olsen, абсолютні значення, мг/кг ґрунту

З точки зору формування абсолютних значень найвищі результати показує методика Чирікова, при цьому кількість екстрагованого фосфору в кілька разів вища, порівняно із іншими методами екстракції. Подібну тенденцію ми вже відмічали при прямому порівнянні даних на рис. 3.

Можна також відмітити близькість даних, що отримані за методами Bray та Mehlich3.

Порівнюючи рівні забезпеченості можна відмітити наступні тенденції:

- За кислої реакції ґрунтового розчину лужні витяжки показують завищені результати по забезпеченості (вже відмічали вище), в слаболужному – навпаки;
- За рН близького до нейтрального – нейтрального збіжність даних досить висока, і варіює в межах  $\pm$  одного рівня забезпеченості;
- методика Mehlich3 показує себе найбільш адаптивно за різних умов.

**Висновки.** Проведені дослідження показали, що пряме порівняння даних вмісту фосфору, які отримані за різними методиками неможливе для сукупності різних типів ґрунтів. При цьому важливим є дотримання принципів диференціації загальноприйнятих методик визначення (Кірсанов, Чиріков, Мачигін) залежно від реакції ґрунтового розчину. В іншому випадку виникають похибки даних, які неможливо коректно врахувати в подальшому аналізі.

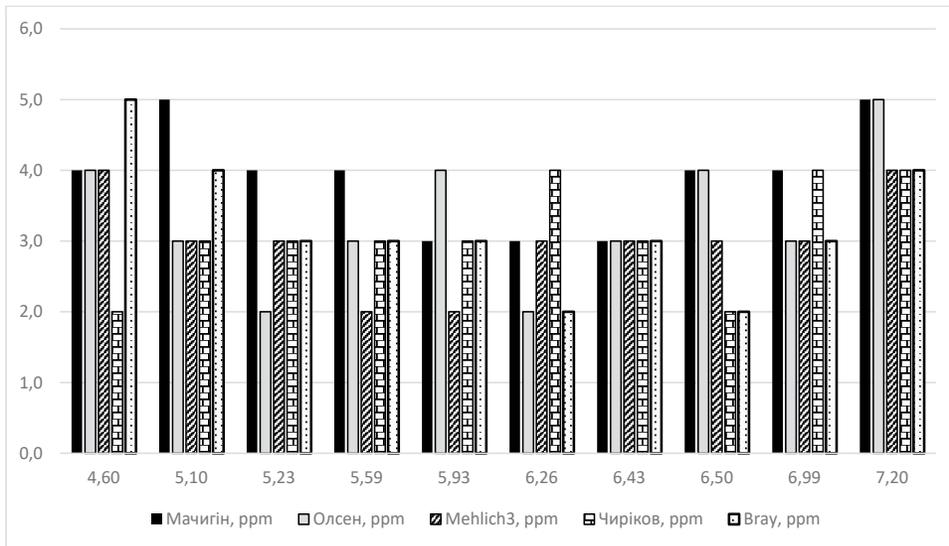


Рис. 5. Порівняння результатів Чиріков-Мачигін-Mehlich-Bray-Olsen, рівні забезпеченості

У випадку необхідності порівняння даних, що отримані в різний час вітчизняним та закордонними методиками (Mehlich3, Bray, Olsen) таку інтерпретацію бажано виконувати маючи контрольну вибірку даних, що виконана одночасно двома методиками. Якщо такої змоги немає, то можна опиратись на методику Mehlich3 як на найбільш адаптивну і менш залежну від складу конкретного зразка ґрунту.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Valdinei Souza, Silas Silva, Lillian Maia. Development of a methodology for phosphorus determination in soils, water, and biofertilizer using digital image analysis – DIA, Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, Volume 240, 2023, 104929, ISSN 0169-7439, <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2023.104929>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016974392300179X>)
2. Wiczorek, D.; Żyszka-Haberecht, B.; Kafka, A.; Lipok, J. Determination of phosphorus compounds in plant tissues: From colourimetry to advanced instrumental analytical chemistry. Plant Methods 2022, 18, № 22.
3. Garske, B.; Stubenrauch, J.; Ekardt, F. Sustainable phosphorus management in European agricultural and environmental law. Review of European. Comp. Int. Environ. Law 2020, 29, 107–117.
4. Johan, P.D.; Ahmed, O.H.; Omar, L.; Hasbullah, N.A. Phosphorus transformation in soils following co-application of charcoal and wood ash. Agronomy 2021, 11, 2010.
5. Стахів М.П. Фосфорне живлення рослин та методичні аспекти визначення рухомих сполук фосфору в ґрунті. Ґрунтознавство. 2010. Т. 11. № 3–4. С. 88–95.
6. Яценко Л.А. Оцінка методів визначення рухомого фосфору в лучно-чорноземному ґрунті. Вісник ХНАУ. Сер. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів. 2013. № 1. С. 152–156.
7. Крамарьов С. М., Христенко А. О., Токмакова Л. М. Порівняльна оцінка вмісту рухомого фосфору в різних генетичних горизонтах чорнозему звичайного. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2015, № 1-2, с. 29-31.

8. Ziadi N., Whalen J.K., Messiga A.J., Morel C. Assessment and Modeling of Soil Available Phosphorus in Sustainable Cropping Systems. *Advances in Agronomy*. Ed. Donald L. Sparks. Burlington: Academic Press, 2013. V. 122. P. 85 – 126. doi:10.1016/B978-0-12-417187-9.00002-4
9. Cadet A., Scheiner J.D., Favarel J.-L., Garcia M. Validation of the Mehlich-3 method to determine the amount of phosphorus availability and exchangeable bases in diverse viticultural soils of south west France. 2nd International Symposium on Phosphorus Dynamics in the Soil-Plant Continuum. Castanet Tolosan – France, Sept. 2003. doi:10.13140/RG.2.2.34691.30244
10. Guerin J., Parent L., Abdelhafid R. Agrienvironmental Thresholds using Mehlich III Soil Phosphorus Saturation Index for Vegetables in Histosols. *J. of Environmental Quality*. 2007. 36. P. 975–982. doi: 10/2134/jeq2006.0424
11. Wuenscher R., Unterfrauner H., Peticzka R., Zehetner F. A comparison of 14 soil phosphorus extraction methods applied to 50 agricultural soils from Central Europe. *Plant, Soil and Environment*. 2015. V. 61. № 2. P. 86–96. doi: 10.17221/932/2014-PSE
12. Мірошніченко М. М., Христенко А. О., Ревтьє-Уварова А. В., Лісовий М. В. Гармонізація визначення фосфору і калію в ґрунті за національними та міжнародними методами. *Вісник аграрної науки*, 2022, № 7, с. 13-21. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202207-01>
13. Iatrou M., Papadopoulos A., Papadopoulos F. et al. Determination of soil available phosphorus using the Olsen and Mehlich 3 methods for Greek soils having variable amounts of calcium carbonate. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. 2014. V. 45. Is. 16. P. 2207–2214. doi: 10.1080/00103624.2014.911304 19.
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Standard operating procedure for soil available phosphorus – Olsen method, Rome, 2021, 18 p.
15. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Standard operating procedure for soil available phosphorus – Bray I and Bray II method, Rome, 2021, 17 p.
16. The Ohio State University. Standard Operating Procedure Mehlich3. 2020, 6 p.

Дата першого надходження рукопису до видання: 07.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

УДК 633/635, 68, 68.35.05, 68.35.31  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.12>

## УРОЖАЙНІСТЬ РІЗНОСТИГЛИХ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ СІВБИ ТА НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

**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](https://orcid.org/0000-0002-8698-0008)

**Олійник Ю.А.** – аспірант кафедри рослинництва, селекції та насінництва,  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»  
[orcid.org/0000-0002-2398-2831](https://orcid.org/0000-0002-2398-2831)

У статті розглянуто питання впливу способів сівби та норм висіву насіння на урожайність різних за стиглістю сортів сої при вирощуванні в умовах Лісостепу західного. Наведено аналіз досліджень наукової спільноти щодо актуальності проведення досліджень на культурі соя, зокрема, підбору сортів, адаптованих до умов вирощування в зв'язку зі зміною кліматичних умов та оптимізації комплексу технологічних заходів (способів сівби, норм висіву насіння, інюляції насіння, системи удобрення та ін.) при вирощуванні сої в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

Метою наших досліджень було встановлення впливу способу сівби та норми висіву насіння на урожайність зерна різних за стиглістю сортів сої при вирощуванні в умовах Лісостепу західного. Для досліджень залучили різні за стиглістю сорти сої: ультра ранній сорт Моцарт, середньоранній Сяйво та середньостиглий сорт Сенсор. Вивчалися способи сівби сої: широкорядний (45 см) і «twin row» (двострічковий, 20×50 см). За двострічкового способу сівби насіння розміщується в шаховому порядку. За контроль взято сорт Моравія, широкорядний спосіб сівби з шириною міжрядь 45 см за норми висіву насіння 500 тисяч насінин на гектар.

В результаті досліджень встановлено, що на урожайність зерна сої впливали усі досліджувані чинники: група стиглості сорту, спосіб сівби та норма висіву насіння. Дослідженнями встановлено реакцію сортів різних груп стиглості на норми висіву насіння. Найбільш урожайними були сорти: Сяйво за сівби двострічковим способом (twin row) нормою висіву насіння 600 тисяч насінин на гектар з показником 4,2 т/га та Сенсор за сівби двострічковим способом (twin row) нормою висіву насіння 500 тисяч насінин на гектар з показником 4,4 т/га з перевищенням контролю на 0,9–1,1 т/га. Для ультра раннього сорту Моцарт кращою нормою висіву була 700 тисяч насінин на гектар, що сприяло отриманню урожайності зерна за двострічкового способу 3,4 т/га, що перевищувало контроль не суттєво (на 0,1 т/га).

**Ключові слова:** соя, сорт, група стиглості, спосіб сівби, норма висіву насіння, урожайність насіння.

**Khomina V.Ya., Oliynyk Yu.A. Yield of soybean varieties of different maturity groups depending on sowing methods and seeding rates under the conditions of the Western Forest-Steppe**

The article considers 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. An analysis of studies by the scientific community is presented regarding the relevance of conducting research on soybean as a crop, in particular the selection of varieties adapted to growing conditions in connection with climate change and the optimization of a set of

*technological measures (sowing methods, seeding rates, seed inoculation, fertilization systems, etc.) when cultivating soybeans in various soil and climatic zones of Ukraine.*

*The aim of our research was to determine the effect of sowing method and seeding rate on grain yield of soybean varieties of different maturity groups under the conditions of the Western Forest-Steppe. Soybean varieties of different maturity were included in the study: the ultra-early variety Mozart, the early-maturing variety Siaivo, and the mid-maturing variety Sensor. The following soybean sowing methods were studied: wide-row (45 cm) and "twin row" (double-row, 20 × 50 cm). Under the double-row sowing method, seeds are placed in a staggered pattern. The control treatment was the Moravia variety, wide-row sowing method with a row spacing of 45 cm and a seeding rate of 500 thousand seeds per hectare.*

*As a result of the research, it was established that soybean grain yield was influenced by all the studied factors: variety maturity group, sowing method, and seeding rate. The studies revealed the response of varieties of different maturity groups to seeding rates. The highest yields were obtained from the Siaivo variety when sown using the twin-row method with a seeding rate of 600 thousand seeds per hectare, yielding 4.2 t/ha, and from the Sensor variety when sown using the twin-row method with a seeding rate of 500 thousand seeds per hectare, yielding 4.4 t/ha, which exceeded the control by 0.9–1.1 t/ha. For the ultra-early variety Mozart, the optimal seeding rate was 700 thousand seeds per hectare, which ensured a grain yield of 3.4 t/ha under the twin-row sowing method, slightly exceeding the control (by 0.1 t/ha).*

**Key words:** soybean, variety, maturity group, sowing method, seeding rate, seed yield.

**Постановка проблеми.** Перспективи сої в Україні залишаються оптимістичними та стратегічними, завдяки високому попиту в ЄС, покращенню логістики, впровадженню інноваційних технологій (точне землеробство, нові сорти) та її важливості для аграрної політики, що зумовлює зростання врожайності та експортного потенціалу, незважаючи на коливання цін. Очікується, що Україна продовжить бути ключовим постачальником сої та продуктів її переробки на світові ринки.

Актуальним питанням залишаються забезпечення сталої врожайності сої з допомогою впровадження різних елементів технології вирощування, наприклад підбір різних за стиглістю сортів сої, адаптованих до конкретних умов вирощування, використання різних способів сівби, з метою підбору найбільш ефективних та ін. [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ряд досліджень з питань вирощування сої із застосуванням комплексу технологічних та біологічних чинників виконано в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

Визначенню впливу сортових особливостей та обробки посівів сої різними регуляторами росту із антистресовою дією на продуктивність сої в умовах північно-східного Лісостепу України присвятили свої дослідження Лі Жуйцзе, Дудка А.А. Авторами встановлено, що серед досліджуваних сортів сої найвищу урожайність (2,91 т/га) формував сорт Ауреліна. Обробка посівів регулятором росту з антистресовою дією Antistress сприяла підвищенню показника індивідуальної продуктивності рослин сої (5,65 г) та урожайності (2,91 т/га) [2].

Правильний вибір мінерального живлення, на думку Козирського Д.В., Сидорак І.Я., для вирощування сої забезпечує загальне стимулювання розвитку рослин без проблем з подальшим утворенням бобово-ризобіального взаємозв'язку та його функціонування з точки зору засвоєння азоту з атмосфери. Дослідженнями науковців встановлено, що на фоні основного удобрення в  $N_{30}P_{60}K_{60}$  листкове удобрення Фульвогуміном в поєднанні з передпосівною бактеризацією сої позначилось на формуванні високого рівня продуктивності [3]. Значний вплив на продуктивність сої мають технологічні заходи, зокрема застосування бактеріальних препаратів. Дідуром І.М., Панциревою Г.В., Телекало Н.В. встановлено, що

максимальна врожайність сої – від 2,43 т/га у сорту Азимут до 2,67 т/га у сорту Голубка. Найбільший рівень прибавки врожаю на ділянках за передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та обробкою посівів 0,75% розчином ретарданту хлормекват-хлорид: першу – у фазу 3-го трійчастого листка, друга – у фазу бутонізації становив 15,23-16,28% [4]. Здійснивши дослідження таких сортів сої, як Максус, Кордоба, Саска, отримано позитивні результати щодо врожайності за рахунок внесення мікродобрив, обробки посівного матеріалу насіння сої інокулянтами, а також обробки насіння препаратом Стандак Топ 1 л/т. Найкращі показники врожайності становили: сорт Максус – 2,87 т/га, сорт Кордоба – 3,11 т/га, сорт Саска – 2,63 т/га. У варіанті мікродобрива з поєднанням двох видів інокулянтів – Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender врожайність у середньому становила: сорт Максус – 2,87 т/га, сорт Кордоба – 3,33 т/га, сорт – Саска 2,72 т/га [5, 6]. Вивченню інокулянтів та сидератів при вирощуванні сої присвятив свої дослідження Прус Л.І. Автор доводить, що у варіанті заробляння сидерального добрива та інокуляції насіння штамом 6346 у сортів Легенда і Ксеня врожайність збільшувалася до 2,73 і 3,01 т/га, а з інокуляцією штамом 614А на фоні внесення сидерального добрива і обприскування посівів Хетоміком у сортів Анжеліка і Георгіна до 2,95 і 3,04 т/га [7]. Івасик М.В., Бахмат М.І. досліджували питання впливу норм висіву насіння та фонів живлення на урожайність сортів сої. Експериментально доведено, що оптимальна норма висіву сорту Софія на всіх фонах живлення – 600 тис/га, а на високому фоні – 400 тис/га. Встановлено, що сорт Софія найвищу врожайність забезпечував за інокуляції насіння, внесення добрив у дозі  $N_{30}P_{40}$  і сівби нормою висіву 600 тис/га, а сорт Аратта – за інокуляції насіння та норми висіву 600 тис/га [8, с. 56].

Крім технологічних факторів слід значної уваги приділяти створенню нових, адаптованих до умов вирощування, сортів сої. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю. виконали експериментальні дослідження з визначення прояву ознаки «маса насіння з рослини» (батьківських форм) та гібридів, встановлення рівня мінливості за сортами сої в гібридних комбінаціях F2\_F5 визначення ефективності доборів на продуктивність за показником «маса насіння з рослини» з гібридних популяцій F2–F5. Науковці аргументують, що найвищий вихід високоврожайних генотипів, досягнутий за показником «маса насіння з рослини», отримано з популяцій F3. Для створення нових високоврожайних сортів сої з врожайністю 3,5–5,5 т/га в умовах зрошення перспективним є використання у схрещуваннях сортозаквів, контрастних за групами стиглості та генетичним родоводом [9]. Підбір сорту для конкретних умов вирощування є дуже актуальним питанням, оскільки до Державного реєстру входить понад 300 сортів сої різних груп стиглості, але ця цифра постійно змінюється. Цей факт робить підбір сорту актуальною темою для досліджень в умовах різних агрокліматичних зон [10, с. 70].

Дослідженню сортової технології вирощування сої в умовах змін клімату присвятили свої дослідження М. Дідур, Г. Панцирева та ін. [11]. В умовах Правобережного Лісостепу порівняльну оцінку за продуктивністю різностиглих сортів сої за різних норм висіву насіння та системи удобрення вивчали М. Івасик, В. Хоміна. У результаті проведених обліків урожайності зерна сої встановлено, що для сорту сої Аратта оптимальною виявилася норма 600 тис. шт./га, яка забезпечила врожайність у межах 2,68–3,12 т/га, а для сорту Софія – норма висіву 500 тис. шт./га, де отримано врожайність 2,7–3,14 т/га. Щодо впливу фону живлення оптимальний варіант для обох досліджуваних сортів  $N_{30}P_{40}$  + інокуляція

препаратом Ризоактив+природи врожайності у розрізі сортів становили: Аратта – 0,44 та Софія – 0,45 т/га [12].

Вище вказане свідчить, що соя, як найбільш поширена та затребувана зернобобова культура, потребує систематичних наукових новацій та впроваджень розробок у виробництво. Наразі не вивченим в умовах Лісостепу західного в умовах змін клімату, залишаються питання впливу різних способів сівби на продуктивність різних за стиглістю сортів сої.

**Постановка завдання.** Мета досліджень полягала у встановленні впливу способу сівби та норми висіву насіння на урожайність 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 (20×50 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.** Результати наших досліджень свідчать, що урожайність досліджуваних сортів сої залежала від групи стиглості, способу сівби та норми висіву насіння. Найменш урожайним у досліджуваних умовах був ультраранній сорт сої Моцард, показник коливався в межах 2,2-3,4 т/га (табл. 1).

Таблиця 1

**Урожайність зерна 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)	-	3,3	-	-
Моцард	широкорядний (45 см)	2,2	2,7	3,0	3,1
	twin row (20×50 см)	2,6	2,9	3,1	3,4
Сяйво	широкорядний (45 см)	2,5	2,9	3,3	3,5
	twin row (20×50 см)	3,5	4,0	4,2	3,9
Сенсор	широкорядний (45 см)	3,9	4,1	3,9	3,6
	twin row (20×50 см)	4,2	4,4	4,2	3,9
НІР <sub>0,5</sub> : А – 0,17; В – 0,17; АВ – 0,30					

Середньоранній сорт сої Сяйво та середньостиглий сорт Сенсор виявились більш урожайні з показниками в межах 2,5-4,4 т/га, що істотно перевищувало ультраранній сорт та перевищували сортостандарт, що взято за контроль, на 0,2-1,1 т/га (рис. 1).

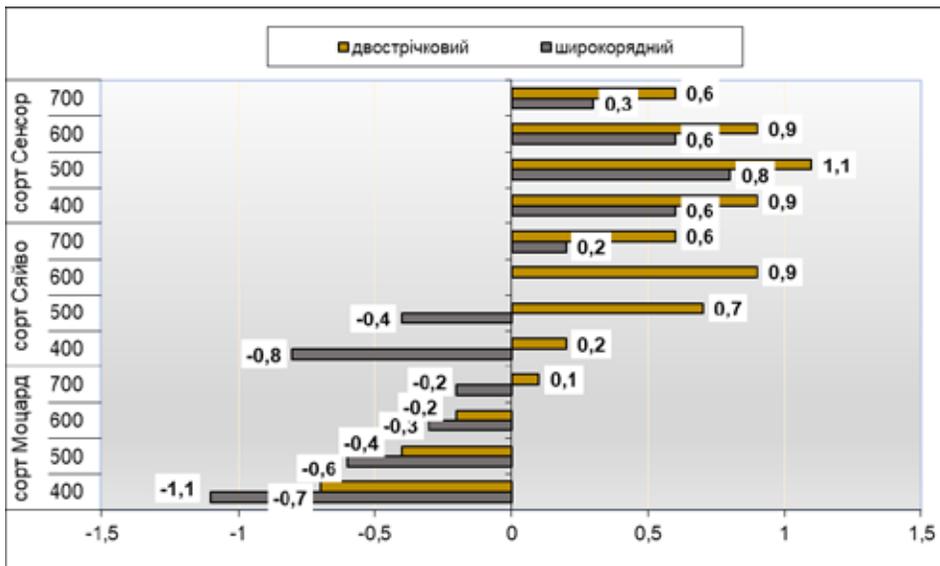


Рис. 1. Відхилення показників урожайності від контролю досліджуваних сортів сої (середнє за 2023-2025 рр.), т/га

Щодо способів сівби, усі досліджувані сорти показали перевагу за урожайністю на варіантах сівби двострічковим способом (tvin row). Використання такого способу дає можливість збільшити площу живлення рослини на 9%. Тобто, ми отримуємо значно ефективніше використання землі, а при незначному збільшенні внесених добрив (на 1 (0-15%) приріст врожаю досягатиме 40%.

Щодо впливу фактора С – норми висіву насіння, відмічено різну реакцію досліджуваних сортів. Так, для ультра раннього сорту Моцард кращою нормою висіву була 700 тисяч насінин на гектар, що сприяло утриманню урожайності зерна за двострічкового способу 3,4 т/га, що перевищувало контроль не суттєво (на 0,1 т/га). Для середньораннього сорту Сяйво кращою виявилась норма висіву 600 тис. насінин / га, а для середньостиглого сорту Сенсор – норма висіву 500 тис. насінин / га, урожайність за сівби двострічковим способом на цих варіантах становила відповідно: 4,2 та 4,4 т/га, тобто з перевищенням контролю – на 0,9–1,1 т/га.

**Висновки.** Отже, на урожайність зерна сої впливали усі досліджувані чинники: група стиглості, спосіб сівби та норма висіву насіння. Найбільш урожайними були сорти: Сяйво за сівби двострічковим способом (tvin row) нормою висіву насіння 600 тис. насінин / га з показником 4,2 т/га та Сенсор за сівби двострічковим способом (tvin row) нормою висіву насіння 500 тис. насінин / га з показником 4,4 т/га з перевищенням контролю 0,9–1,1 т/га.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мазур О. В. Адаптивна цінність сортів сої за різних умов вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 4 (27). С. 74–92. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-7>
2. Лі Жуйце, Дудка А.А. Сортові особливості формування продуктивності сої за застосування регуляторів росту з антистресовою дією в умовах лівобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник* 2024. № 138. С. 88-95. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.11>

3. Козирський Д.В., Сидорак І.Я. Симбіотична активність та урожайність сої в умовах Лісостепу західного. *Новітні агротехнології*. 2024. Том 12 № 2. <http://jna.bio.gov.ua/article/view/306411>
4. Didur I.M., Pansyryeva N.V., Telekalo N.V. Agroecological rationale of technological methods of growing legumes. *The scientific heritage*. 2020. Vol. 1, № 52. P. 3-7.
5. Федорук І.В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. *Агробіологія*. БНАУ, 2020. № 2 (161). С. 178-184.
6. Бахмат О.М., Федорук І.В. Продуктивність сортів сої та якості насіння в умовах Лісостепу Західного. *Інноваційні технології в рослинництві: матеріали III Всеукр. наук. інтернет-конф.*, 15 лип. 2020 р. ПДАТУ. Кам'янець-Подільський. С. 15-17.
7. Прус Л.І. Якість насіння сої залежно від застосування сидеральних добрив, інокуляції та обприскування посівів / *Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи: матер. наук.-практ. конф. присв. 90-річчю від дня народження видатного вченого селекціонера О.С. Алексєєвої*, 25-26 квіт., 2016 р. Кам'янець-Подільський, 2016. С. 303-305.
8. Івасик М.В., Бахмат М.І. Підвищення продуктивності зерна сої в умовах Поділля. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2022, Випуск 2 (37). С. 51-57. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-8>
9. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., Боровик В.О., Клубук В.В. Мінливість ознаки «маса насіння із рослини» у гібридів сої різних груп стиглості. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2019. Том 24. С. 53–58. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v24.1078>
10. Ткачук О.П., Дідур І.М., Мазур О.В. Адаптивність, стійкість і продуктивність середньоранньостиглих сортів сої. № 16. 2022. *Аграрні інновації*. С. 70-79.
11. Дідур І.М., Панцирева Г.В., Голованюк А.Б., Ковальчук В.М. Дослідження сортової технології вирощування сої в умовах змін клімату. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 9, С. 150-158. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.9.2024.15>
12. Івасик М.В., Хоміна В.Я. Урожайність зерна сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву насіння в умовах Правобережного Лісостепу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. Випуск 4 (49). С. 63-67. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.9>

Дата першого надходження рукопису до видання: 19.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 631.559+664.64.016:633.15:631.526.3]:631.543.2  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.13>

## ПРОДУКТИВНІСТЬ РІЗНИХ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗА РІЗНОЇ ГУСТОТИ ПОСІВУ

**Черно О.Д.** – к. с.-г. н.,

завідувач кафедри агрохімії і ґрунтознавства,

Уманський національний університет

[orcid.org/0000-0001-5021-9340](https://orcid.org/0000-0001-5021-9340)

**Усатюк О.В.** – аспірант кафедри агрохімії і ґрунтознавства,

Уманський національний університет

[orcid.org/0009-0005-6140-7036](https://orcid.org/0009-0005-6140-7036)

Ранньостиглий гібрид Суомі помірно-інтенсивного типу проявив більш стабільну реакцію на зміну густоти стояння, до того ж він має коротший вегетаційний період (95–105 днів), тому краще використовував ранню весняну вологу. Він проявив себе як не надто вибагливий до густоти стояння, але у роки з достатньою кількістю опадів добре реагував на її збільшення. Тож із підвищенням кількості рослин від 40 до 60 тис./га врожайність зростала в усі роки досліджень. За більш сприятливих умов 2023 р. урожайність підвищилася на 6,3 ц/га, і навіть за посушливого 2024 р. спостерігався незначний приріст. Це свідчить про добру адаптивність і здатність гібриду ефективно використовувати наявну вологу при більш рівномірному розміщенні рослин.

Бріо – це гібрид інтенсивного типу, тобто він може ефективно використовувати свій потенціал за вищої густоти стояння рослин, проте більш чутливо реагував на дефіцит вологи. У 2024 р. приріст урожайності при збільшенні густоти зменшився майже вдвічі, порівняно з 2023 роком. Проте в середньому за три роки досліджень підвищення густоти до 60 тис./га забезпечило зростання врожайності до 41,6 ц/га.

Середньостиглий гібрид Арізона, характеризуючись помірною адаптивністю, добре реагував на вологозабезпеченість і максимальну врожайність формував за умов достатнього зволоження. У посушливому 2024 р. надмірне загущення призвело до зниження продуктивності до 31,2 ц/га, що свідчить про посилену конкуренцію між рослинами за вологу та поживні речовини у критичні фази наливу насіння.

Високоолеїновий гібрид інтенсивного типу Тутті, характеризувався подовженим періодом наливу насіння та більшою висотою рослин. Він виявив найвищу чутливість до загущення. У роки з недостатньою кількістю опадів урожайність за густоти 60 тис./га знижувалася нижче рівня варіанта з 50 тис./га, а в інші роки різниця була в межах похибки дослідів (НІР05). Це свідчить, що для такого типу гібридів оптимальною є густина близько 50 тис. рослин/га.

Погодні умови мають вирішальний вплив на реалізацію потенціалу врожайності соняшнику: найгірші результати – у посушливому 2024 році. За екологічною стабільністю (по роках) найкраще проявили себе гібриди Суомі та Тутті, особливо при густоті 60 тис./га. За технологічною стабільністю (по густотах) лідером виявився гібрид Тутті, тоді як Бріо та Арізона проявили високу реакцію на загущення, але й більшу варіабельність. Отримані показники свідчать, що вибір оптимальної густоти стояння має не лише вплив на врожайність, а й визначає стабільність продуктивного процесу у різні за погодними умовами роки.

**Ключові слова:** соняшник, густина рослин, урожайність, стабільність, погодні умови.

**Cherno O.D., Usatiuk O.V. Productivity of different sunflower hybrids at different sowing densities**

The early-ripening hybrid *Suomi* of the moderately intensive type showed a more stable response to changes in stand density; in addition, it has a shorter growing season (95–105 days), therefore it used early spring moisture better. It showed itself to be not too picky about stand density, but in years with sufficient precipitation it responded well to its increase. So, with an increase in the number of plants from 40 to 60 thousand/ha, the yield increased in all years of research. Under more favorable conditions in 2023, the yield increased by 6.3 c/ha, and even in the dry year of 2024, a slight increase was observed. This indicates good adaptability and the ability of the hybrid to effectively use the available moisture with a more uniform placement of plants.

*Brio* is an intensive type hybrid, that is, it can effectively use its potential at higher plant density, but it reacted more sensitively to moisture deficiency. In 2024, the yield increase with increasing density decreased almost by half, compared to 2023. However, on average over three years of research, increasing the density to 60 thousand/ha provided an increase in yield to 41.6 c/ha.

The mid-ripening hybrid *Arizona*, characterized by moderate adaptability, responded well to moisture availability and formed maximum yield under conditions of sufficient moisture. In the dry year of 2024, excessive thickening led to a decrease in productivity to 31.2 c/ha, which indicates increased competition between plants for moisture and nutrients during the critical phases of seed filling.

The high-oleic hybrid of the intensive type *Tutti* was characterized by an extended period of seed filling and greater plant height. It showed the highest sensitivity to thickening. In years with insufficient rainfall, the yield at a density of 60 thousand/ha decreased below the level of the variant with 50 thousand/ha, and in other years the difference was within the experimental error (NIP05). This indicates that for this type of hybrids, the optimal density is about 50 thousand plants/ha.

Weather conditions have a decisive influence on the realization of the sunflower yield potential: the worst results were in the dry year of 2024. In terms of ecological stability (by year), the *Suomi* and *Tutti* hybrids performed best, especially at a density of 60 thousand/ha. In terms of technological stability (by density), the *Tutti* hybrid was the leader, while *Brio* and *Arizona* showed a high response to thickening, but also greater variability. The obtained indicators indicate that the choice of optimal planting density not only affects yield, but also determines the stability of the productive process in years with different weather conditions.

**Key words:** sunflower, plant density, yield, stability, weather conditions.

**Актуальність теми дослідження.** Зміна клімату є одним з найбільших викликів світу та однією з найскладніших проблем у глобальному масштабі. Внаслідок антропогенного впливу середня температура зросла на 0,99 °C за перші два десятиліття століття (2001–2020). Крім того, згідно з прогнозами, очікується, що до 2050 року підвищення температури досягне або перевищить 1,5 °C. Це прискорене підвищення температури спричиняє посуху, повені та нерівномірну кількість опадів, а також хвилі спеки й екстремальні погодні умови в усьому світі [1].

Серед стихійних лих, спричинених погодою та зміною клімату, помітною є шкода, спричинена посухою, і часто досліджується чергування періодів посухи [2]. Вплив посухи відчувається у функціонуванні соціальних, економічних та екологічних систем. Крім того, вона суттєво впливає на ефективність антропогенних виробничих зон, включаючи сільськогосподарський, лісовий та водогосподарський сектори, а також впливає на такі сфери, як виробництво енергії та охорона здоров'я. Як прямий наслідок, посуха знижує результати виробництва сільськогосподарських культур, таким чином опосередковано впливаючи на ціни на продукти харчування. Як наслідок, у сільськогосподарському секторі спостерігаються екстремальні коливання цін [3].

Внаслідок цих обставин головною метою сучасних досліджень у галузі обробки ґрунту є розробка систем та процедур обробки, які сприяють адаптації до змінених умов навколишнього середовища та підходять для запобігання або

пом'якшення втрат врожаю через екстремальні порушення водного балансу [4]. Втручання в технології обробітку ґрунту призводять до економії води та енергії, а їх більш економне використання потенційно дає фермерам можливість підтримувати ефективність сільського господарства навіть за умови зниження врожайності [5].

**Постановка проблеми.** Гібриди соняшнику використовують водні ресурси ґрунту з різним рівнем ефективності, на що також значною мірою впливає кількість рослин, тобто густина посіву [6]. Оптимальна кількість рослин також є властивістю, специфічною для конкретної ділянки і гібрида. Однак, продуктивність ґрунту, неоднорідність ділянки, очікувана врожайність, можливості використовуваної сівалки, а також адаптивність даного гібрида також є модифікуючими факторами [7].

На врожайність та вміст олії в соняшнику значно впливають температура та кількість опадів протягом вегетаційного періоду [8]. Висота рослин соняшнику здебільшого визначається як температурою ґрунту, так і температурою повітря. Вища температура ґрунту призводить до збільшення висоти рослин [9]. Протягом періоду вирощування соняшнику брак води внаслідок випаровування є перешкодою для розвитку. При вирощуванні соняшнику в умовах дефіциту вологи початок листя та розгортання листя значно знижувалися. Однак розвиток частин квітки та початок цвітіння не змінювалися, незважаючи на зменшення кількості листя, що сприяє належній адаптації соняшнику [10].

Серед факторів, що визначають урожайність соняшнику, виділяються забезпечення азотом та фосфором, опади та зміни температури протягом вегетаційного періоду, а також генетичний потенціал гібрида [11].

Різні екологічні умови, тип ґрунту, родючість та управління водними ресурсами, а також характеристики вирощуваних гібридів визначають розмір виробничої площі та кількість рослин на гектар, тобто густоту рослин. Багато дослідників проводили дослідження та висловлювали свою думку щодо цього важливого агротехнічного фактора, оскільки він впливає на врожайність. Незважаючи на масштабні дослідження, були отримані суперечливі результати щодо взаємозв'язку між густиною рослин та врожайністю. Вплив густоти рослин на врожайність культури та інфікування головним чином залежить від умов навколишнього середовища дослідної ділянки, а також від досліджуваного гібрида. Зі збільшенням густоти рослин зменшується діаметр кошика, кількість насінин у кошику, врожайність і маса тисячі насінин [12].

Згідно з іншими дослідженнями, зі збільшенням густоти рослин висота рослин також збільшується, але діаметр головки зменшується. Зі зменшенням густоти рослин збільшується діаметр кошика, кількість насінин, а також вміст олії [13]. При вивченні реакції кількості рослин щодо гібридів соняшнику вміст олії збільшувався прямо пропорційний густоті рослин від 57 000 до 80 000 шт. рослин на га [14].

**Методика досліджень.** Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у польовому досліді з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи на дослідному полі Уманського національного університету упродовж 2023–2025 рр. Повторення досліді триразове. Площа облікової ділянки 25 м<sup>2</sup>. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений, рН<sub>KCl</sub> – 5,7.

У дослідженнях вирощували гібриди соняшнику Суомі (ранньостиглий, (Syngenta AG), лінолевий тип), НК Бріо (середньостиглий, (Syngenta AG), лінолевий тип), СІ Арізона (середньостиглий, (Syngenta AG), лінолевий тип) з нормою висіву 40, 50 і 60 тис. шт./га.

Закладання польових дослідів, проведення спостережень і досліджень проводили у відповідності з рекомендаціями, методичними вказівками і довідниками останніх років. Агротехніка вирощування соняшнику загальноприйнята для умов Правобережного Лісостепу України.

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

**Результати досліджень.** Дослідженнями встановлено, що врожайність соняшника суттєво залежала як від погодних умов років вирощування, так і від густоти стояння рослин (табл. 1).

Таблиця 1

**Вплив погодних умов та густоти стояння (тис. рослин/га)  
на врожайність гібридів соняшника, т/га**

Густота	Суомі			Бріо			Арізона			Тутті		
	Рік											
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
40	35,2	27,2	32,4	42,6	29,8	39,7	41,9	28,3	38,8	37,1	29,7	36,4
50	38,6	29,9	36,5	45,0	32,1	42,3	44,2	31,5	41,6	40,4	32,9	40,1
60	41,5	29,0	38,9	47,3	33,0	44,5	46,1	31,2	42,5	41,3	32,0	40,9
НІР <sub>05</sub>	1,9	1,4	1,8	2,2	1,5	2,1	2,0	1,5	2,0	1,9	1,5	1,9

За роки досліджень умови вегетації відзначалися значною варіабельністю за кількістю опадів. У 2023 р. їх кількість за період квітень–серпень становила 292 мм, що характеризувало рік як помірно вологий. У 2024 р. спостерігали посушливі умови (190 мм опадів), тоді як у 2025 р. – їх кількість становила 275 мм. Такий розподіл опадів істотно вплинув на реакцію гібридів різних типів на густоту стояння рослин.

Ранньостиглий гібрид Суомі помірно-інтенсивного типу проявив більш стабільну реакцію на зміну густоти стояння, до того ж він має коротший вегетаційний період (95–105 днів), тому краще використовував ранню весняну вологу. Він проявив себе як не надто вибагливий до густоти стояння, але у роки з достатньою кількістю опадів добре реагував на її збільшення. Тож із підвищенням кількості рослин від 40 до 60 тис./га врожайність зростала в усі роки досліджень. За більш сприятливих умов 2023 р. урожайність підвищилася на 6,3 ц/га, і навіть за посушливого 2024 р. спостерігався незначний приріст. Це свідчить про добру адаптивність і здатність гібриду ефективно використовувати наявну вологу при більш рівномірному розміщенні рослин.

Бріо – це гібрид інтенсивного типу, тобто він може ефективно використовувати свій потенціал за вищої густоти стояння рослин, проте більш чутливо реагував на дефіцит вологи. У 2024 р. приріст урожайності при збільшенні густоти зменшився майже вдвічі, порівняно з 2023 роком. Проте в середньому за

три роки досліджень підвищення густоти до 60 тис./га забезпечило зростання врожайності до 41,6 ц/га.

Середньостиглий гібрид Арізона, характеризується помірною адаптивністю, добре реагував на вологозабезпеченість і максимальну врожайність формувал за умов достатнього зволоження. У посушливому 2024 р. надмірне загущення призвело до зниження продуктивності до 31,2 ц/га, що свідчить про посилену конкуренцію між рослинами за вологу та поживні речовини у критичні фази наливу насіння.

Високоолеїновий гібрид інтенсивного типу Тутті, характеризувався подовженим періодом наливу насіння та більшою висотою рослин. Він виявив найвищу чутливість до загущення. У роки з недостатньою кількістю опадів урожайність за густоти 60 тис./га знижувалася нижче рівня варіанта з 50 тис./га, а в інші роки різниця була в межах похибки досліді (НІР<sub>05</sub>). Це свідчить, що для такого типу гібридів оптимальною є густина близько 50 тис. рослин/га.

У середньому за три роки досліджень ранньостиглий гібрид Суомі найвищу врожайність сформував за густоти стояння 60 тис. рослин/га. Аналогічні результати показав і гібрид Бріо, хоча не в усі роки приріст врожайності був істотним, порівняно до густоти 50 тис. рослин/га. (табл. 2).

Таблиця 2

**Стабільність врожайності гібридів соняшника (2023–2025 рр.)**

Гібрид	Густина, тис/га	Середня врожайність, ц/га	$\sigma$	V, %	Коеф. стабільності
Суомі	40	31,6	4,1	12,9	87,1
	50	35,0	4,4	12,6	87,4
	60	36,5	5,5	15,1	84,9
Бріо	40	37,4	6,8	18,2	81,8
	50	39,8	6,5	16,3	83,7
	60	41,6	7,4	17,8	82,2
Арізона	40	36,3	7,0	19,3	80,7
	50	39,1	6,6	16,9	83,1
	60	39,9	6,4	16,0	84,0
Тутті	40	34,4	6,2	18,0	82,0
	50	37,8	6,5	17,2	82,8
	60	38,1	7,0	18,4	81,6

Для гібридів Арізона та Тутті оптимальна густина становила 50 тис. рослин/га, особливо за посушливих умов, коли загущення посилювало дефіцит вологи.

Таким чином, оптимальна густина стояння соняшнику визначається не лише погодними умовами, а й біологічними особливостями гібрида. Ранні та адаптивні форми здатні реалізувати потенціал за більшої кількості рослин, тоді як більш пізньостиглі та високоолеїнові гібриди потребують меншої густоти стояння для оптимального наливу насіння.

У 2023 році, який характеризувався більшою кількістю опадів у всіх гібридів спостерігалось позитивне відхилення від середнього рівня врожайності: +3,6...+6,2 ц/га залежно від гібриду й густоти. Найвищі позитивні відхилення

відмічено в гібридів Бріо та Арізона (до +6,17 ц/га), що свідчить про їх здатність максимально реалізовувати потенціал за достатнього вологозабезпечення.

У 2024 році, коли кількість опадів у вегетаційний період (особливо червень–серпень) була найменшою (92 мм), спостерігалось різке зниження врожайності – відхилення становили –4,4...–8,7 ц/га. Це свідчить, що 2024 рік був стресовим і дозволив виявити рівень екологічної стійкості гібридів.

У 2025 році за помірних опадів (квітень–серпень – 275 мм) ситуація стабілізувалася: відхилення коливалися в межах +0,8...+2,9 ц/га, що свідчить про відновлення продуктивності та добру адаптаційну реакцію більшості гібридів.

Розрахунок коефіцієнта варіації по роках ( $CV_{year}$ ) показав, що міжрічна мінливість у межах одного гібриду становила в середньому 6,5–10,2 %, що характеризує середній рівень екологічної стабільності.

Найнижчі значення  $CV_{year}$  (тобто найвища стабільність по роках) спостерігалися у гібридів Суомі та Тутті при густоті 60 тис./га. Ці варіанти також мали найвищі коефіцієнти стабільності – понад 11, що свідчить про високу екологічну пластичність і здатність формувати врожайність навіть за посушливих умов.

Гібриди Бріо та Арізона, незважаючи на вищу середню врожайність, виявили дещо нижчий коефіцієнт стабільності, що свідчить про їхню чутливість до дефіциту вологи, особливо у 2024 році.

Щодо впливу густоти стояння рослин на врожайність гібридів (технологічна стабільність) було встановлено, що при переході від густоти 40 до 60 тис./га врожайність усіх гібридів зростала, проте темп приросту залежав від біологічних особливостей гібрида.

Розрахунок коефіцієнта варіації по густотах ( $CV_{dens}$ ) показав, що найменшу технологічну мінливість мав гібрид Тутті ( $CV_{dens} = 4,6\%$ ), тоді як у Суомі і Арізона вона була більшою (понад 6 %).

Це означає, що Тутті здатен формувати стабільну врожайність незалежно від рівня загущення посівів і може бути рекомендований для різних технологічних схем вирощування. Найвищий коефіцієнт стабільності за густотами ( $Stability_{dens}$ ) спостерігався у Тутті (понад 21), що підтверджує його технологічну гнучкість. Гібрид Бріо при цьому показав найвищу абсолютну врожайність на густоті 60 тис./га (понад 44 ц/га), тобто має високий потенціал за інтенсивних умов, але знижує стабільність за стресових.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Погодні умови мають вирішальний вплив на реалізацію потенціалу врожайності соняшнику: найгірші результати – у посушливому 2024 році. За екологічною стабільністю (по роках) найкраще проявили себе гібриди Суомі та Тутті, особливо при густоті 60 тис./га. За технологічною стабільністю (по густотах) лідером виявився гібрид Тутті, тоді як Бріо та Арізона проявили високу реакцію на загущення, але й більшу варіабельність. Отримані показники свідчать, що вибір оптимальної густоти стояння має не лише вплив на врожайність, а й визначає стабільність продуктивного процесу у різні за погодними умовами роки.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Nagy J., Zalai M., Illés Á., Monoki S. The Impact of Crop Year and Crop Density on the Production of Sunflower in Site-Specific Precision Farming in Hungary. *Agriculture*. 2024. Vol. 14. 1515.
2. Dai A. Drought under global warming: A review. *Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Chang*. 2011. Vol. 1. P. 45–65.

3. Tigchelaar M., Battisti D.S., Naylor R.L., Ray D. Future warming increases probability of globally synchronized maize production shocks. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2018. Vol. 115. P. 6644–6649.
4. Ceglar A., Croitoru A.E., Cuxart J., Djurdjevic V., Güttler I., Ivancan-Picek B., Jug D., Lakatos M., Weidinger T. PannEx: The Pannonian basin experiment. *Clim. Serv.* 2018. Vol. 11. P. 78–85.
5. Nagy J. The effect of tillage and fertilization on the yield of maize in drought and favourable years. In *Soil Plant and Environment Interactions III*, Nagy J. Pepó P. Eds., Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum: Debrecen Hungary. 2000. p. 97–119.
6. Любич В. В., Стоцький О. В. Формування вмісту та виходу олії з насіння соняшнику за різних технологічних заходів. *Збірник Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 126–133.
7. Monoki S., Csornai G., Zalai M., Nagy J. Economics of site-specific crop density in precision sunflower (*Helianthus annuus* L.) production. *Acta Agrar. Debreceniensis*. 2023. Vol. 1. P. 91–96.
8. Любич В. В., Войтовська В. І. Технологічне оцінювання насіння сортів арахісу. *Вісник ЛТЕУ*. 2023. № 34. С. 40–45.
9. Любич В. В., Остапчук В. В. Формування продуктивності тритикале озимого різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення та сеникації. *Збірник Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 10–18.
10. Chaurasia R., Dhaliwal S.S., Sharma P.K., Mahi G.S. Growth and yield of sunflower in relation to canopy temperature. *Punjab Agric. Univ. J. Res.* 1997. Vol. 32. P. 397–403.
11. 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.
12. Kill F. Influence of different nitrogen levels on productivity of oilseed and confection sunflowers (*Helianthus annuus* L.) under varying plant population. *Int. J. Agric. Biol.* 2004. Vol. 6. P. 594–598.
13. Любич В. В. Фізичні властивості зерна та білково-протеїназний комплекс тритикале ярого за різних доз азотних добрив. *Збірник Уманського національного університету садівництва*. 2023. Вип. 102. С. 142–154.
14. Allam A.Y., Galal A.H. Effect of nitrogen fertilization and plant density on yield and quality of sunflower. *Assuit J. Garicultural Sci.* 1996. Vol. 27. P. 169–177.

Дата першого надходження рукопису до видання: 05.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 631.8:445.4:631.445.2]:631.8:631.582  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.14>

## ЗМІНА АГРОХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В СІВОЗМІНІ

**Чикін І.В.** – аспірант кафедри агрохімії і ґрунтознавства,

Уманський національний університет

[orcid.org/0009-0001-9449-7462](https://orcid.org/0009-0001-9449-7462)

**Господаренко Г.М.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри агрохімії і ґрунтознавства,

Уманський національний університет

[orcid.org/0000-0002-6495-2647](https://orcid.org/0000-0002-6495-2647)

Дослідження впливу систем удобрення на агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого було проведено в Уманському національному університеті в тривалому досліді (з 2010 року). Досліді базується на 4-пільній сівозміні (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярій, соя). Добрива вносили перед зяблевим обробітком ґрунту, під передпосівну культивувацію та в підживлення. Нетоварну продукцію (солому, стебелиння) залишали на полі. У зразках ґрунту, відібраних у серпні 2025 року визначали: об'ємну щільність; вміст органічного вуглецю;  $pH_{KCF}$ ; ступінь насиченості основами; вміст азоту мінеральних сполук і рухомих сполук фосфору, калію та сірки.

Встановлено, що за тривалого застосування добрив вміст органічного вуглецю залишається на вихідному рівні, а за середньорічного внесення  $N_{110}$  у поєднанні з іншими видами мінеральних добрив спостерігалась тенденція його підвищення. Незначні зміни пояснюються залишенням на полі нетоварної частини урожаю, оптимальними структурою сівозміни, обробітком ґрунту й процесами гумусонакопичення та мінералізації органічної речовини. За період проведення досліді кислотність ґрунту у варіантах досліді, за виключенням ділянок абсолютного контролю та варіанту  $P_{60}K_{30}$ , зазнала істотних змін. У майбутньому цей ґрунт потребуватиме проведення підтримувального вапнування. Тривале застосування різного удобрення значно впливало на вміст у ґрунті азоту мінеральних сполук. За цим показником на ділянках без добрив він був середнім, у варіанті  $N_{55}P_{30}K_{40}$  – високим, а у решті варіантів – дуже високим. За середньорічного внесення  $60 \text{ кг/га } P_2O_5$ , відбувається підвищення вмісту рухомих фосфатів у ґрунті на  $10\text{--}13 \text{ мг/кг}$  або на  $9\text{--}12\%$ , а за дози  $30 \text{ кг/га}$  їх вміст підтримується на вихідному рівні. Вміст обмінних сполук калію в ґрунті варіантів досліді був у межах  $125\text{--}171 \text{ мг/кг}$  за вихідного значення  $132 \text{ мг/кг}$ . Внесення калійних добрив у дозі  $40 \text{ кг/га}$  д. р. на  $1 \text{ га}$  сівозмінної площі сприяє його підвищенню. Вміст рухомих сполук сірки у ґрунті незалежно від систем удобрення залишався на низькому рівні –  $4,6\text{--}7,2 \text{ мг/кг}$ , що потребує додаткового застосування сірчанних добрив.

**Ключові слова:** польова сівозміна, органічна речовина, кислотність, азот, фосфор, калій, сірка.

### **Chykin I.V., Hospodarenko H.M. Changes in the agrochemical properties of podzolized chernozem under various fertilization systems in crop rotation**

The study of the influence of fertilization systems on the agrochemical properties of podzolized chernozem was conducted at the Uman National University in a long-term experiment (since 2010). The experiment is based on a 4-crop rotation (winter wheat, corn, spring barley, soybeans). Fertilizers were applied before plowing the soil, during pre-sowing cultivation, and in top dressing. Non-marketable products (straw, stems) were left in the field. In soil samples taken in August 2025, the following were determined: bulk density; organic carbon content;  $pH_{KCF}$ ; degree of saturation with bases; nitrogen content of mineral compounds and mobile phosphorus, potassium and sulfur compounds.

© Чикін І.В., Господаренко Г.М., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

*It was established that with long-term application of fertilizers, the organic carbon content remains at the initial level, and with the average annual application of  $N_{110}$  in combination with other types of mineral fertilizers, a tendency for its increase was observed. Insignificant changes are explained by the non-marketable part of the crop being left on the field, optimal crop rotation structure, soil cultivation, and the processes of humus accumulation and mineralization of organic matter. During the experiment period, soil acidity in the experiment variants, with the exception of the absolute control plots and the  $P_{60}K_{80}$  variant, underwent significant changes. In the future, this soil will need to be limed. Long-term use of various fertilizers significantly affected the nitrogen content of mineral compounds in the soil. According to this indicator, in areas without fertilizers it was average, in the  $N_{35}P_{30}K_{40}$  variant it was high, and in the other variants it was very high. With an average annual application of 60 kg/ha of  $P_2O_5$ , the content of mobile phosphates in the soil increases by 10-13 mg/kg or by 9-12%, and with a dose of 30 kg/ha, their content is maintained at the initial level. The content of exchangeable potassium compounds in the soil of the experiment variants was within 125-171 mg/kg with an initial value of 132 mg/kg. The application of potassium fertilizers at a dose of 40 kg/ha per year per 1 ha of crop rotation area helps to increase it. The content of mobile sulfur compounds in the soil, regardless of fertilization systems, remained at a low level – 4.6-7.2 mg/kg which requires additional application of sulfur fertilizers.*

**Key words:** field crop rotation, organic matter, acidity, nitrogen, phosphorus, potassium, sulfur.

**Постановка проблеми.** У зв'язку зі значною розораністю земель, недотриманням структури сівозмін і ґрунтоохоронних заходів відновлення родючості ґрунтів є актуальним питанням [26]. Крім того, економічна криза обумовила зниження рівня застосування добрив [12].

Збереження здоров'я ґрунтів та зменшення наслідків зміни клімату повинно бути основною метою сільського господарства. Підвищення їх продуктивності вимагає точного оцінювання якості ґрунтів, впливу різних антропогенних чинників на окремі його властивості. В Україні зазвичай стан ґрунтів оцінюють за показниками родючості, передбачених ДСТУ 4362 [18]. Для орних ґрунтів ці показники тотожні якості ґрунту. Їх визначають в орному шарі, де розміщена основна маса кореневих систем рослин. Згідно ДСТУ 7846 [20], зміни показників родючості є достовірними, якщо різниця між вихідним і поточним значенням показників відповідає хоча б одному із ступенів деградації ґрунту, визначених у ДСТУ 7872 [21].

Нині недостатньо даних тривалих стаціонарних польових дослідів про вплив різного утримання ґрунту на його агрохімічні властивості. Новизна цього дослідження полягає в тому, що визначено вплив різних видів мінеральних добрив, їх доз та поєднань на тлі залишення на полі нетоварної частини урожаю на показники якості чорнозему опідзоленого Правобережного Лісостепу.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Удобрення є основним агротехнологічним заходом підвищення врожайності та якості сільськогосподарської продукції. Від зміни поживного режиму та умов ґрунтового середовища залежать біологічні, хімічні та фізичні процеси, що проходять у ґрунті [1, 7, 8]. Оптимізація мінерального живлення рослин більш важлива в посушливих умовах, оскільки зниження доступності елементів живлення є одним з основних чинників, що обмежує в умовах дефіциту вологи ріст і розвиток рослин [32].

Численні тривалі стаціонарні досліді з удобренням дозволили отримати інформацію про вплив різних видів мінеральних добрив та їх поєднань на властивості ґрунту [4, 11, 15, 29]. Це дозволяє розробити теоретичну основу для відновлення якості ґрунту та забезпечити стале підвищення його продуктивності [22].

Одним із найважливіших чинників, що обумовлюють ефективність добрив є дози їх внесення. Встановлення оптимальних доз добрив є актуальним питанням

агрохімічної науки і практики. Вони повинні враховувати біологічні особливості культур, можливий рівень їх продуктивності, погодні умови, родючість ґрунту, попередники, насичення добривами сівозміни, форми добрив, строки і способи їх застосування, агротехнології тощо [10, 31]. За збалансованого удобрення в сівозміні висока продуктивність сільськогосподарських культур забезпечується внесення менших доз добрив, що пояснюється накопиченою їх післядією.

Реалізовувати потенціал сільськогосподарських культур необхідно не високими дозами добрив, а оптимізацією властивостей ґрунту. Це забезпечить відновлення його родючості, створення життєво важливих для рослин режимів відповідно до їх біологічних потреб [14, 24, 31].

Удобрення, яке безперервно застосовували упродовж 64 років у 4-пільній сівозміні (пшениця, ячмінь, кукурудза та боби), на чорноземі лювиковому (Болгарія) з окремим внесенням азоту (N), фосфору (P), калію (K), NP, NK, PK, NPK по різному впливало на його властивості. Найвищий вміст органічного вуглецю був у варіантах досліду з внесенням NPK та NP. При цьому з видів добрив найбільше на властивості ґрунту через зміну ґрунтового середовища впливали азотні добрива [3].

У досліді на дерново-підзолистому ґрунті з різними дозами добрив під культурами 5-пільної сівозміни погіршилися фізико-хімічні показники – знизився рН ґрунту, одночасно збільшилась гідролітична кислотність та зменшилась сума ввібраних основ [28].

Отже, особливої актуальності набуває дослідження впливу різного удобрення сільськогосподарських культур у короткоротаційній зерновій сівозміні на гумусний стан та інші властивості. Необхідно встановити направленість змін властивостей чорнозему опідзоленого в умовах Правобережного Лісостепу, щоб обґрунтувати умови ефективного та безпечного застосування різних видів мінеральних добрив.

**Постановка завдання.** Польове дослідження було проведено на дослідному полі Уманського національного університету (48°46' пн. ш., 30°14' сх. д., 245 м над рівнем моря) в тривалому досліді, започаткованому в 2010 році для перевірки впливу дефіциту основних елементів живлення на сільськогосподарські культури [29]. Ґрунт дослідного поля був охарактеризований у [30]. За визначенням Всесвітньої довідкової бази ґрунтових ресурсів [2] це *Phaeosems*. Текстура ґрунту за міжнародною класифікацією USDA *silti clay loam* (мулу 63–65 %, глини – 33–35 і піску 2,1–2,5 %) і приблизно 2%-м вмістом органічного вуглецю. Об'ємна щільність ґрунту 1,24–1,25 г/см<sup>3</sup>. Середньорічна кількість опадів становила 586 мм, а середньорічна температура 8,8 °С. Ведення польового дослідження базується на 4-пільній сівозміні з послідовністю: пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий і соя. Повторення дослідження триразове, розміщення варіантів послідовне. Розмір дослідних ділянок становить 110 м<sup>2</sup>, а збиральних – 25 м<sup>2</sup>. Добрива у вигляді суперфосфату гранульованого та калію хлористого вносили перед зяблевим обробітком ґрунту, а аміачну селітру – під передпосівну культивування та як ранньовесняне підживлення. Нетоварну продукцію (солому, стебелиння) подрібнювали і залишали на полі.

У серпні 2025 року було відібрано зразки ґрунту для агрохімічного аналізу з усіх варіантів дослідження в двох несуміжних повтореннях експерименту з шару 0–20 см. У зразках ґрунту, відібраних згідно вимог ДСТУ 4287:2004 і ДСТУ ISO 11464:2007, визначали такі показники: об'ємну щільність – за ДСТУ ISO 11272 [24]; вміст органічного вуглецю (C<sub>орг</sub>) – за ДСТУ 4289 [17]; кислотність

( $pH_{KCl}$ ) – за ДСТУ ISO 10390 [23]; ступінь насиченості основами – розрахунково; вміст азоту мінеральних сполук – за ДСТУ 4729 [19], рухомих сполук фосфору й калію за ДСТУ 4115 [16] і сірки – за ДСТУ 8347 [22].

Дослідження та обробку одержаних результатів проводилися за прийнятими методиками [13, 25].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження показали, що за період проведення експерименту деякі показники якості ґрунту залишилися без істотних змін (табл.). Так, об'ємна щільність ґрунту у варіантах досліду була в межах 1,23–1,26 г/см<sup>3</sup> за вихідного значення 1,26 г/см<sup>3</sup>, тобто зміни були незначними, у межах помилки досліду.

Таблиця

**Вплив тривалого (2010–2025 рр.) застосування різних систем удобрення в польовій сівозміні на властивості ґрунту**

Варіант досліду	Об'ємна щільність, г/см <sup>3</sup>	C <sub>орг</sub> , %	pH <sub>KCl</sub>	V, %	N <sub>мін</sub> , мг/кг	Рухомих сполук, мг/кг		
						P	K	S
2010 рік*	1,26	2,04	5,7	89,9	28,3	106	132	5,6
Без добрив (контроль)	1,25	1,98	5,5	89,7	24,9	72	125	4,6
N <sub>55</sub>	1,23	2,03	5,2	89,6	35,3	80	129	4,9
N <sub>110</sub>	1,25	2,14	5,2	89,3	42,0	92	139	6,2
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	1,25	2,05	5,4	90,6	26,3	117	162	5,0
N <sub>110</sub> K <sub>80</sub>	1,25	2,15	5,2	89,2	45,5	97	171	7,2
N <sub>110</sub> P <sub>60</sub>	1,26	2,07	5,1	89,8	49,0	116	130	7,1
N <sub>55</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	1,24	2,11	5,3	89,9	33,5	106	151	6,9
N <sub>110</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	1,24	2,16	5,2	89,5	45,8	117	159	6,9
N <sub>110</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	1,23	2,10	5,2	89,8	46,3	110	147	6,8
N <sub>110</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	1,25	2,16	5,3	89,7	46,4	119	145	6,9
N <sub>110</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	1,24	2,16	5,2	89,8	46,2	110	168	6,8
НІР <sub>05</sub>	0,07	0,15	0,3		3,2	6	9	0,4

*Примітка.* \*Вихідні значення перед закладанням досліду.

Антропогенне навантаження та втручання в природні процеси ґрунту цілеспрямовано впливає на його якість порушенням гумусовідновлення, що призводить до зміни відношення між накопиченням і мінералізацією органічної речовини. За внесення в ґрунт свіжої органічної маси лише 20–30 % її гуміфікується, а решта – мінералізується. За рік в орному шарі чорноземів і темно-сірих лісових ґрунтів мінералізується 0,5–0,7 % запасу гумусу [27]. Цими процесами і можна пояснити незначні зміни вмісту органічного вуглецю в ґрунті ділянок досліду (див. табл.). У всіх варіантах досліду, за виключенням абсолютного контролю, вміст органічного вуглецю був вищим вихідного рівня (2,04 %). За внесення азотних добрив у дозі 110 кг/га д. р. у поєднанні з іншими видами мінеральних добрив спостерігалась тенденція його підвищення. Згідно ДСТУ 7846 [20] для вмісту органічного вуглецю в ґрунті зміни є достовірними, якщо складають більше ніж 5 %. Незначні зміни цього показника можна пояснити як залишенням на полі нетоварної частини

урожаю, оптимальними структурою сівозміни, обробіткою ґрунту й процесами гумусонакопичення та мінералізації органічної речовини.

За період проведення дослідів кислотність ґрунтового середовища у варіантах дослідів зазнала істотних змін, за виключенням ділянок абсолютного контролю та за середньорічного внесення лише  $P_{60}K_{80}$ . Згідно ДСТУ 7846 [20] це можна вважати слабким ступенем деградації ґрунту, коли зміни показника  $pH_{KCl}$  складають більш як 10 %. У майбутньому цей ґрунт потребуватиме проведення підтримувального вапнування, хоч ступінь насиченості його основами у варіантах дослідів не був нижчим 89 %.

Тривале застосування різних видів мінеральних добрив та їх поєднання значно впливало на вміст у ґрунті азоту мінеральних сполук і рухомих сполук інших макроелементів. Згідно [18] вміст азоту мінеральних сполук у ґрунті вважається середнім – 16–25 мг/кг, підвищеним – 25–30, високим – 30–35 і дуже високим – більш як 35 мг/кг. Отже, за цим показником лише у варіанті дослідів без добрив його вміст був середнім, у варіанті  $N_{55}P_{30}K_{40}$  – високим, а у решті варіантів дослідів – дуже високим.

Вважається [20], що за зниження вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунті на 15 % проходить погіршення його якості. Як видно з одержаних даних, це відбулося у варіанті дослідів без добрив та  $N_{55}$ . Близьким до цього є варіанти  $N_{110}$  і  $N_{110}K_{80}$ , де вміст рухомих фосфатів знизився відповідно до 92 і 97 мг/кг ґрунту. У варіантах дослідів з внесенням 60 кг/га  $P_2O_5$  відбулося достовірне підвищення їх вмісту – на 10–13 мг/кг або на 9–12 %. Внесення фосфорних добрив у дозі 30 кг/га д. р. у поєднанні з азотними і калійними добривами дозволяє підтримувати вміст рухомих фосфатів на вихідному рівні. Це можна пояснити поверненням його частини у ґрунт з нетоварною продукцією.

Вміст обмінних сполук калію в ґрунті варіантів дослідів був у межах 125–171 мг/кг за вихідного значення 132 мг/кг. Тобто в жодному з варіантів дослідів не відбулося достовірного зниження цього показника. Це можна пояснити значним поверненням у ґрунт калію з нетоварною частинною врожаєм. Необхідно також зазначити, що внесення калійних добрив навіть у дозі 40 кг/га д. р. на 1 га сівозміної площі сприяло достовірному підвищенню вмісту рухомих сполук калію в ґрунті.

У деяких європейських країнах оптимальний вміст обмінного калію встановлюють залежно від ємності катіонного обміну (ЄКО) [9]. За такого підходу для чорнозему опідзоленого під дослідом з ЄКО 27 смоль/кг оптимальний його вміст 177 мг/кг, що вказує на доцільність додаткового застосування калійних добрив.

Вміст рухомих сполук сірки у ґрунті як перед закладанням дослідів, так і під час його проведення залишався на низькому рівні – 4,6–7,2 мг/кг. Вважається [9], що якщо вміст рухомих сполук сірки у ґрунті знижується до 6 мг/кг, то немає такої сільськогосподарської культури, яка б не реагувала на поліпшення сірчаного живлення.

**Висновки і пропозиції.** 1. За тривалого застосування добрив у польовій сівозміні вміст органічного вуглецю був вищим вихідного рівня (2,04 %), а за середньорічного внесення  $N_{110}$  у поєднанні з іншими видами мінеральних добрив спостерігалась тенденція його підвищення. Незначні зміни можна пояснити залишенням на полі нетоварної частини урожаю, оптимальними структурою сівозміни, обробіткою ґрунту й процесами гумусонакопичення та мінералізації органічної речовини.

2. За період проведення дослідів кислотність ґрунтового середовища у варіантах дослідів зазнала істотних змін, за виключенням ділянок абсолютного контролю

та за середньорічного внесення лише  $P_{60}K_{80}$ . У майбутньому цей ґрунт потребуватиме проведення підтримувального вапнування.

3. Тривале застосування різних різного удобрення значно впливало на вміст у ґрунті азоту мінеральних сполук. За цим показником лише у варіанті досліду без добрив він був середнім, у варіанті  $N_{55}P_{30}K_{40}$  – високим, а у решті варіантів – дуже високим.

4. За середньорічного внесення 60 кг/га  $P_2O_5$  відбувається підвищення вмісту рухомих фосфатів у ґрунті на 10–13 мг/кг або на 9–12 %, а за дози 30 кг/га у поєднанні з азотними і калійними добривами їх вміст підтримується на вихідному рівні. Це можна пояснити поверненням його частини у ґрунт з нетоварною продукцією.

5. Вміст обмінних сполук калію в ґрунті варіантів досліду був у межах 125–171 мг/кг за вихідного значення 132 мг/кг. Внесення калійних добрив у дозі 40 кг/га д. р. на 1 га сівозмінної площі сприяє його підвищенню.

6. Вміст рухомих сполук сірки у ґрунті незалежно від систем удобрення залишався на низькому рівні – 4,6–7,2 мг/кг, що потребує додаткового застосування сірчанних добрив.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Hu X. J., Liu J. J., Wei D. et al. Effects of over 30-year of different fertilization regimes on fungal community compositions in the black soils of northeast China. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2017. 248. P. 113–122.

2. IUSS Working Group WRB. 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria. URL: [https://eurasian-soil-portal.info/wp-content/uploads/2023/02/wrb\\_fourth\\_edition\\_2022-12-18.pdf](https://eurasian-soil-portal.info/wp-content/uploads/2023/02/wrb_fourth_edition_2022-12-18.pdf).

3. Kuncheva G., Gynchev G., Perfanova J. et al. Multivariate Analyses of Soil Properties and CO<sub>2</sub> Emissions Under Long-Term Fertilization and Crop Rotation in Luvic Chernozem. *Nitrogen*. 2025. 6(2):39. <https://doi.org/10.3390/nitrogen6020039>

4. Luo P., Han X., Wang Y. et al. Influence of long-term fertilization on soil microbial biomass, dehydrogenase activity, and bacterial and fungal community structure in a brown soil of northeast China. *Ann. Microbiol.* 2015. 65. P. 533–542.

5. Šimanský V., Jonczak J., Horváthová J. et al. Does long-term application of mineral fertilizers improve physical properties and nutrient regime of sandy soils? *Soil Tillage Res.* 2022. 215. 105224.

6. Šimanský V., Juriga M., Jonczak J. et al. How relationships between soil organic carbon parameters and soil structure characteristics are affected by the long-term fertilization of a sandy soil. *Geoderma*. 2019. 342. P. 75–84.

7. Ullah S., Ai C., Ding W. et al. The response of soil fungal diversity and community composition to long-term fertilization. *Appl. Soil Ecol.* 2019. 140. P. 35–41.

8. Внутрігосподарський контроль стану ґрунтів (наукові рекомендації); за ред. М. Мірошниченка. Харків, 2023. 121 с.

9. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2024. 572 с.

10. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2022. 376 с.

11. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Трансформація кислотно-основних властивостей ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2014. № 1. С. 8–12.

12. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Мартинюк А. Т. Агроекономічні перспективи застосування азотних добрив під польові культури. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2021. Вип. 99. Ч. 1. С. 6–16. DOI 10.31395/2415-8240-2021-99-1-6-16.

13. Господаренко Г. М. Практикум з агрохімії. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2020. 148 с.

14. Демиденко О. В. Відтворення чорнозему в агроценозі. Чорнобай : Чорнобаївське КПП, 2020. 108 с.
15. Доценко О. В. Вплив тривалого застосування добрив на агрохімічні показники чорнозему типового та ефективність ресурсноощадних систем удобрення: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.04 – агрохімія. Харків. 2013. 23 с.
16. ДСТУ 4115:2002. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2002. 10 с.
17. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ : «Держспоживстандарт», 2005. 14 с.
18. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. [Чинний з 2006-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 20 с.
19. ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського. [Чинний від 2008-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 14 с.
20. ДСТУ 7846:2015. Якість ґрунту. Оцінювання зміни родючості ґрунтів. Порядок проведення робіт. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 12 с.
21. ДСТУ 7872:2015. Охорона ґрунтів. Деградація ґрунтів. Оцінювання хімічної та фізичної деградації ґрунтів. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. III. 5 с.
22. ДСТУ 8347:2015. Якість ґрунту. Визначення рухомої сірки в модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 11 с.
23. ДСТУ ISO 10390:2022. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT). [Чинний від 2022-09-05]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 16 с.
24. ДСТУ ISO 11272:2001. Якість ґрунту. Визначення щільності складення на суху масу (ISO 11272:1998, IDT) 15 с.
25. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
26. Медведєв В. В., Пліско І. В., Накісько С. Г., Тітенко Г. В. Деградація ґрунтів у світі, досвід її попередження і подолання. Харків : Стильна типографія, 2018. 168 с.
27. Науково-методичні засади управління акумуляцією і трансформацією органічної речовини ґрунтів. Є. В. Скрильник, В. А. Гетманенко, А. М. Кутова та ін. Харків : ФОП Бровін О. В., 2020. 96 с.
28. Паламарчук Р. П. Фізико-хімічні показники дерново-підзолистого ґрунту під культурами 5-пільної сівозміни залежно від норм удобрення. Матер. І Міжнар. наук.-практ. конф. «Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин» (Біла Церква, 20 березня 2025 р.). Біла Церква, 2025. С. 74–77.
29. Стационарні польові дослідження України. Реєстр атестатів. Київ : Аграрна наука, 2014. 146 с.
30. Трус О. М., Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Гумус чорнозему опідзоленого та його відтворення. Умань : ВПЦ «Візаві», 2016. 228 с.
31. Трускавецький Р. С., Цапко Ю. Л. Основи управління родючістю ґрунтів; за ред. Р. С. Трускавецького. Харків : ФОП Бровін О. В., 2016. 388 с.
32. Управління живленням сільськогосподарських культур в умовах погодно-кліматичних флуктуацій; за наук.ред. М. М. Мірошниченка і Є. Ю. Гладкіх. Київ : Аграрна наука, 2022. 160 с.

Дата першого надходження рукопису до видання: 17.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 631.5: 633.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.15>

## ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ, РОЗВИТКУ ТА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ЗЕРНА СОРТІВ ПРОСА ПОСІВНОГО ПРИ ПІСЛЯЖНИВНОМУ ВИРОЩУВАННІ ЗА РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ

**Чуган В.В.** – аспірант,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

[orcid.org/0000-0003-2546-0487](https://orcid.org/0000-0003-2546-0487)

**Рудік О.Л.** – д.с.-г.н., професор,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

[orcid.org/0000-0003-1384-5523](https://orcid.org/0000-0003-1384-5523)

У статті наведено результати польових досліджень, спрямованих на агроєкологічний відбір сортів проса посівного та визначення норм висіву для вирощування в умовах післяжнивного періоду Південного Степу України за зрошення. Метою роботи є оцінка особливостей росту і розвитку рослин, формування урожайності та адаптивно-стабілізаційних показників середньостиглих і середньопізніх сортів культури в нетипових умовах післяжнивного вирощування. Дослідження проведені на темно-каштанових ґрунтах після пшениці озимої, за поливу дощуванням. Об'єктом вивчення були сорти проса посівного Вітрило, Денвікське, Миронівське 51, Полто та Сонечко слобідське за норм висіву 3,5; 4,0 і 4,5 млн схожих насінин/га. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду сортів у післяжнивних посівах становить 74–78 діб. Підвищення густоти стояння рослин скорочує тривалість вегетації на 1–3 доби та, посилюючи внутрішньовидову конкуренцію, зумовлює зменшення довжини і щільності волоті, маси зерна з однієї рослини, що негативно впливає на рівень урожайності. Найвищу урожайність зерна (2,75 т/га) забезпечили сорти Миронівське 51 і Вітрило за мінімальної норми висіву 3,5 млн шт./га. Подальше підвищення норми висіву призводило до зниження врожайності на 0,19–0,23 т/га. Сорт Полто характеризувався найвищими показниками гомеостатичності та агростабільності й низькою мінливістю урожайності, що свідчить про його здатність стабільно формувати врожай у мінливих умовах післяжнивного періоду та відносити його до широко адаптованих і стабільних генотипів. Сорти Миронівське 51 і Вітрило відзначалися інтенсивним типом розвитку та високим потенціалом продуктивності, який найбільш повно реалізується за сприятливих агроєкологічних умов. Сорти Вітрило та Миронівське 51 рекомендовані для використання з метою отримання другого врожаю зерна після пшениці озимої в зрошуваних умовах півдня України.

**Ключові слова:** просо посівне, післяжнивні посіви, сорт, урожайність, показники адаптивності та стабільності, зрошення.

### **Chuhan V.V., Rudik O.L. Growth, development, and grain yield formation of Proso millet varieties under post-harvest cultivation at different seeding rates**

The article presents the results of field studies aimed at the agroecological selection of proso millet varieties and the determination of optimal seeding rates for cultivation under post-harvest conditions of the Southern Steppe of Ukraine under irrigation. The purpose of the study was to assess the characteristics of plant growth and development, yield formation, and adaptive-stabilization indicators of medium-maturing and medium-late varieties under atypical post-harvest cultivation conditions. The research was conducted on dark chestnut soils after winter wheat using sprinkler irrigation. The objects of study were the proso millet varieties

*Vitrilo, Denvikske, Myronivske 51, Polto, and Sonetske Slobidske at seeding rates of 3.5, 4.0, and 4.5 million viable seeds per hectare. It was established that the duration of the growing season of the varieties under post-harvest cultivation ranged from 74 to 78 days. An increase in plant density shortened the growing season by 1–3 days and, due to intensified intraspecific competition, led to a reduction in panicle length and density as well as grain weight per plant, which negatively affected yield levels. The highest grain yield (2.75 t/ha) was obtained from the varieties Myronivske 51 and Vitrilo at the minimum seeding rate of 3.5 million seeds per hectare. A further increase in seeding rate resulted in a yield decrease of 0.19–0.23 t/ha. The Polto variety was characterized by the highest homeostaticity and agro-stability indices and low yield variability, indicating its ability to consistently form grain yield under variable post-harvest conditions and classifying it as a widely adapted and stable genotype. The varieties Myronivske 51 and Vitrilo exhibited an intensive type of development and a high productivity potential, which is most fully realized under favorable agroecological conditions. The varieties Vitrilo and Myronivske 51 are recommended for use in order to obtain a second grain harvest after winter wheat under irrigated conditions of southern Ukraine.*

**Key words:** *proso millet, post-harvest crops, seeding rate, variety, grain yield, adaptability and stability indices, irrigation.*

**Актуальність теми.** Для ефективного розвитку рослинництва, зокрема в Південному Степу України, важливе значення має раціональне використання наявних зрошуваних земель із дотриманням економічних підходів та екологічних вимог їх високоефективного використання [1]. Поточні кліматичні зміни, що проявляються у збільшенні теплових ресурсів, розширенні вегетаційного періоду, розширюють можливості використання зрошуваних земель. Є можливість вирощувати культури сорти та гібридів із більш тривалим періодом вегетації та потребами у теплових ресурсах, а також отримувати два повноцінні врожаї культур із однієї площі [2, 3].

**Постановка проблеми.** За наявності надійного зрошення та в умовах зростаючої посушливості клімату ключовим елементом ефективної стратегії виробництва рослинницької продукції є оптимізація структури сівозмін шляхом включення пластичних об'єктів, адаптованих до високих температур і короткочасного дефіциту вологи. За таких умов просовидні культури, завдяки короткому вегетаційному періоду, високій посухостійкості та широкій екологічній пластичності щодо термінів вирощування, набувають особливого значення, зокрема в технологіях отримання двох урожаїв протягом одного вегетаційного періоду. Реалізація їх біологічного потенціалу у проміжних посівах надає переваги кращого використання агрокліматичних ресурсів та сприяє стабілізації виробництва продовольчого зерна. [3, 4]. Сума біологічних температур для культури складає 1000-1700, а біокліматичних 1600-2000 °C цілком може бути забезпечена культурами літніх термінів збирання [5, 6].

Створення та впровадження у виробництво нових високопродуктивних сортів проса, адаптованих до різних ґрунтово-кліматичних умов і здатних ефективно реалізовувати свій потенціал за дотримання сучасних технологій вирощування, є важливою передумовою підвищення валових зборів зерна цієї цінної круп'яної культури. Особливого значення в сучасних агротехнологіях набувають сорти, конкурентоспроможні за рівнем урожайності та показниками якості зерна, які за інтенсивністю та адаптивністю повинні відповідати конкретним умовам вирощування. У зв'язку з цим актуалізується питання ідентифікації екотипів адаптивності сортів проса з метою формування високих урожаїв у сприятливих умовах та забезпечення їх стабільності за посушливих кліматичних умов. [6].

Вирощування проса як проміжної культури зумовлене істотними змінами умов середовища, що проявляються насамперед у динаміці температурного режиму та

освітленості впродовж періоду росту й розвитку рослин, а також у трансформації режимів живлення і зволоження. Водночас цілеспрямована селекція сортів проса, спеціально адаптованих до умов проміжних посівів, наразі залишається недостатньо розвинутою. У зв'язку з цим під час добору сортів доцільно, поряд із загальноприйнятими показниками – рівнем урожайності та якості зерна, екологічною пластичністю і стійкістю до шкідливих організмів, – приділяти особливу увагу тривалості вегетаційного періоду, нейтральності до фотоперіодизму, здатності до швидкого зневоднення зерна в період досягання, а також придатності сортів до використання технологій мінімального обробітку ґрунту. [3, 4, 8]. У зв'язку з цим метою статті є обґрунтування добору сортів проса та норм висіву, найбільш придатних для вирощування в умовах нетипового післяжнивного періоду, оцінка їх адаптивних властивостей та здатності формувати високу урожайність зерна.

**Матеріали та методика досліджень.** Польові дослідження проведено на науково-дослідній базі Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН упродовж 2021–2025 рр. Ґрунти дослідної ділянки – темно-каштанові середньосуглинкові, слабкосолонцюваті, з реакцією ґрунтового розчину, близькою до нейтральної, рН 7,1–7,2. В орному шарі ґрунту містилося 2,3 % гумусу, 30 мг/кг легкогідролізованого азоту, 35 мг/кг рухомого фосфору та 330 мг/кг обмінного калію.

Погодні умови післяжнивного періоду в цілому були типовими для зони досліджень і характеризувалися тривалими бездошовими періодами та періодичними літніми опадами зливого характеру. Гідротермічний коефіцієнт за вегетаційний період проса коливався в межах 0,16–0,37. Температурний режим, за виключенням осені 2021 року, був значно вищим норми значень.

Схема двох факторного досліді передбачала випробовування п'яти сортів середньостиглої та середньопізньої груп за різних норм висіву. Просо посівне (фактор А) були представлені сортами Вітрило; Денвікське; Миронівське 51; Полто; Соничко слобідське. Норма висіву схожого насіння, (фактор В) включав варіанти 3,5; 4,0; 4,5 млн. шт./га. Повторність у досліді чотириразова, посів проводили сівалкою SZM Nika-4 з міжряддям 15 см. Фон живлення передбачав внесення до сівби  $N_{45}P_{30}$ . Режим зрошення передбачав проведення дощуванням сходовикликаючого поливу 200 м<sup>3</sup>/га, та вегетаційних поливів 300 та 400 м<sup>3</sup>/га, якими підтримували вологість ґрунту у кореневмісному шарі 0,3 та 0,5 м на рівні не нижче 75% від НВ. В роботі керувалися класичними методиками [10 11]

**Результати досліджень.** Важливою особливістю рослин, зокрема тих, що вегетують у нетипових умовах вирощування, є динаміка проходження окремих фаз росту й розвитку, що визначає рівень їх адаптивності до конкретних агро-екологічних умов [12]. За результатами фенологічних спостережень встановлено, що тривалість ранніх міжфазних періодів «посів–сходи» та «сходи–кущення» не залежала від сортових особливостей і проходила значно швидше порівняно з основними строками сівби (рис. 1).

Водночас сортові відмінності чітко проявлялися у тривалості наступних міжфазних періодів. Так, період «кущення–поява волоті» тривав від 22 діб у сортів Полто, Сонечко слобідське та Денвікське до 24 діб у сортів Миронівське 51 і Вітрило. Аналогічна закономірність відмічена у фазі «поява волоті–воскова стиглість», тривалість якої залежно від сорту становила 24–26 діб. Період «воскова–технічна стиглість» також у межах фактору коливався від 17 діб у сортів Полто та Сонечко слобідське до 19 діб у сорту Денвікське.

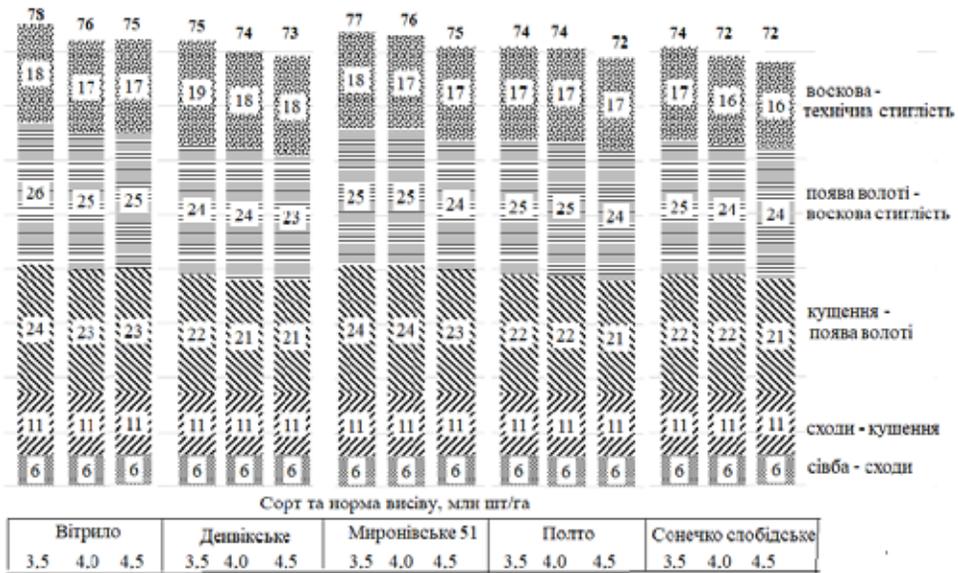


Рис. 1. Тривалість міжфазних та вегетаційного періоду сортів проса за різних норм висіву, діб

У підсумку загальна тривалість вегетаційного періоду була найкоротшою, 74 доби, у сортів Полто і Сонечко слобідське, тоді як найдовше тривала вегетація у сорту Вітрило – 78 діб. Сорт Миронівське 51 займав проміжне положення, проходячи повний цикл онтогенезу за 77 діб.

Висота рослин є важливим морфологічним показником, що характеризує загальний стан і рівень розвитку рослин (табл. 1).

Серед досліджуваних сортів найвищими були рослини сортів Вітрило та Денківське, середня висота яких становила відповідно 78,3 і 78,7 см, тоді як найменшу висоту формували сорт Полто – у середньому 73,5 см. Встановлено, що зі збільшенням норми висіву з 3,5 до 4,5 млн шт./га у всіх досліджуваних сортів простежувалася тенденція до зростання висоти рослин, водночас відмічалось зменшення довжини волоті. Сорти Миронівське 51, Полто та Сонечко слобідське формували волоті, близькі за розмірами (19,6–21,2 см), тоді як у сорту Вітрило волоті були найменшими і залежно від норми висіву становили 16,9–18,9 см.

У середньому по сортах найбільшу масу зерна з однієї рослини формували сорти Миронівське 51 та Полто – відповідно 0,93 і 0,90 г, тоді як у сорту Денківське цей показник був найменшим і становив 0,67 г.

Відповідно, щільність волоті за фактором сорту змінювалася від 0,47 г/дм у сорту Миронівське 51 та 0,44 г/дм у сорту Полто до мінімального значення 0,34 г/дм у сорту Денківське. Загущення посівів зумовлювало істотне зниження щільності волоті: у середньому по досліді цей показник знижувався з 0,46 до 0,40 і 0,36 г/дм за підвищення норми висіву з 3,5 до 4,0 та 4,5 млн шт./га, що відповідало зниженню на 13,0 та 21,7 %.

Кореляційний аналіз засвідчив наявність тісного прямого зв'язку між масою зерна з однієї рослини та щільністю волоті ( $r = 0,977$ ), тоді як зв'язок між масою зерна та довжиною волоті характеризувався середньою силою ( $r = 0,479$ ).

Таблиця 1

**Морфологічні ознаки рослин сортів проса посівного за різних норм висіву і післяжнивних посівах (2021...2025 рр).**

Сорт (А)	Норма висіву, млн шт./га	Висота рослин, см	Довжина волоті	Маса зерна із однієї рослини	Щільність волоті, г/дм
Вітрило	3,5	77,4	18,9	0,8	0,42
	4	78,4	18,7	0,7	0,38
	4,5	79,1	16,9	0,6	0,34
Денвікське	3,5	77,5	20,2	0,8	0,40
	4	79,0	19,5	0,6	0,33
	4,5	79,6	19,8	0,6	0,29
Миронівське 51	3,5	75,7	20,6	1,1	0,53
	4	77,8	20,2	0,9	0,46
	4,5	78,1	19,6	0,8	0,42
Полто	3,5	71,6	21,2	1,0	0,49
	4	72,9	19,7	0,9	0,44
	4,5	75,9	19,7	0,8	0,39
Сонечко слобідське	3,5	74,5	19,9	0,9	0,46
	4	75,1	20,3	0,8	0,37
	4,5	76,3	20,1	0,7	0,35
Стандартне відхилення		2,17	0,5	0,1	0,05
Коефіцієнт варіації, %		2,90	2,7	11,5	12,0

За результатами досліджень середня урожайність за фактором «сорт» у післяжнивних посівах коливалася в межах 2,25–2,61 т/га, що підтверджує визначальну роль сорту у формуванні продуктивності проса за умов двохурожайних технологій.

Встановлені вагомні відмінності показників урожайності проса залежно від сорту та норми висіву. Найвищу урожайність забезпечив сорт Миронівське 51, у якого цей показник становив 2,61 т/га, що відображає його високий адаптивний потенціал і придатність до умов повторних посівів. Другою за рангом були значення сорту Вітрило – 2,50 т/га, що також свідчить про його придатність для післяжнивних технологій вирощування (табл. 2).

Нижчі показники врожайності відмічена у сортів Денвікське (2,31 т/га) та Сонячне слобідське (2,25 т/га), що може бути пов'язано з меншою їх адаптацією до умов післяжнивного періоду або невідповідною динамікою формування елементів структури врожаю. Сорт Полто займав проміжне положення між цими групами сортів із середньою врожайністю 2,45 т/га.

Отримані результати досліджень свідчать про чітко виражену реакцію сортів проса на зміну норми висіву. Для більшості досліджуваних сортів простежується тенденція до зниження урожайності зерна зі збільшенням норми висіву з 3,5 до 4,5 млн схожих насінин на гектар. Найвищу урожайність – 2,75 т/га – сформували сорти Миронівське 51 та Вітрило за мінімальної норми висіву 3,5 млн шт./га.

Таблиця 2

**Урожайність сортів проса в умовах післязнівного вирощування  
залежно від норми висіву (2021...2025 рр.)**

Сорт (А)	Норми висіву (млн шт/га), та урожайність проса, т/га			Середнє по фактору А
	3,5	4,0	4,5	
Вітрило	2,75	2,46	2,29	2,50
Денвікське	2,38	2,30	2,25	2,31
Миронівське 51	2,75	2,56	2,52	2,61
Полто	2,54	2,49	2,32	2,45
Сонечко слобідське	2,29	2,23	2,22	2,25
Середнє по фактору В	2,50	2,50	2,50	
<p align="center">НІР<sub>05</sub>, т/га часткових відмінностей: А – 0,11; В=0,07; головних ефектів: А=0,06; В=0,03</p>				

Підвищення норми висіву до 4,0 та 4,5 млн шт./га зумовлювало зменшення врожайності відповідно на 0,19 та 0,23 т/га, що вказує на негативний вплив надмірної загущеності посівів і посилення внутрішньовидової конкуренції рослин за основні фактори росту. На рівні сорту Миронівське 51 за норми висіву 3,5 млн шт./га знаходився і сорт Вітрило, який також забезпечував урожайність 2,75 т/га. Подальше збільшення густоти стояння рослин призводило до поступового зниження продуктивності зерна.

Сорти Полто, Денвікське та Сонечко слобідське характеризувалися нижчим рівнем продуктивності. Їх урожайність під впливом норм висіву середньому коливалася в межах 2,25–2,45 т/га. Найнижчі агроекономічні показники встановлено у сорту Сонечко слобідське, урожайність якого становила 2,22–2,29 т/га.

Таким чином в середньому за роки досліджень оптимальною нормою висіву для найбільш продуктивних сортів проса Миронівське 51 та Вітрило є 3,5 млн схожих насінин/га, за якої забезпечується максимальна врожайність зерна та проявляється найвищий рівень адаптивності до умов післязнівного вирощування.

Поряд із оцінкою рівня врожайності сорту важливу наукову інформацію містить їх реакція на коливання умов вирощування, що дає змогу охарактеризувати динамічну стійкість генотипу до мінливості екологічних факторів [14]. Для оцінки адаптивного потенціалу сортів культури проведений аналіз їх адаптивності та генетичної здатності до стабільного прояву ознак, в напружених умовах післязнівного періоду. Для обробки був взятий базовий масив за норми висіву 3,5 млн шт/га як такий, що забезпечували вищу середню врожайність (гал. 3).

Розмах варіації врожайності за проміжок років становив від 0,61 до 0,96 т/га. Найменший розмах варіації, 0,61 т/га, зафіксовано у сорту Полто, що свідчить про його відносну вирівняність за таких умов. Найбільша амплітуда коливань врожайності, 0,96 т/га, була притаманна найбільш врожайному сорту Миронівське 51, що може бути проявом підвищеної його чутливості до змін умов середовища.

Коефіцієнт варіації врожайності перебував у межах низької мінливості. Найнижчим значенням цього показника, 10,3 %, відзначався сорт Полто, що підтверджує його стабільність формування врожаю. Аналогічно вищі значення цього показника отримані щодо у сортів Денвікське (15,6%) та Миронівське (15,2 %), що свідчить про дещо вищу мінливість їх урожайності.

Таблиця 3

**Оцінка екологічної пластичності сортів проса в умовах післяжнивного вирощування за норми висіву 3,5 млншт/га.**

Сорти	Варіація урожайності, т/га					Розмах варіації, т/га	Коефіцієнт варіації, %	Гомеостатичність, Ном	Коефіцієнт агростабільності, As, %
	I	II	III	IV	сер				
Вітрило	2,56	2,36	2,99	3,09	2,75	0,73	12,6	7,92	87,4
Денвікське	2,49	2,32	1,91	2,8	2,38	0,89	15,6	6,41	84,4
Миронівське	3,11	2,82	2,15	2,92	2,75	0,96	15,2	6,58	84,8
Полто	2,64	2,45	2,23	2,84	2,54	0,61	10,3	9,74	89,7
Сонечко слобідське	2,64	2,44	1,9	2,18	2,29	0,74	14,0	7,13	86,0
Середнє	2,69	2,48	2,24	2,77	2,54	0,53	9,34		

Для оцінки стабільності сортів проса використаний показник гомеостатичності (Ном). Його значення коливалося в межах 6,41–9,74 одиниць, виявлено у сорту Полто, що характеризує його як генотип із високою здатністю підтримувати стабільний рівень урожайності за змінних умов середовища. Найнижчі значення Ном, 6,41, були притаманні сорту Денвікське, що свідчить про знижену стійкість до екологічних коливань післяжнивного періоду.

Коефіцієнт агростабільності (As), як показник господарської привабливості сорту, змінювався від 84,4 до 89,7 %. Максимальне значення цього показника 89,7 %, а відповідно привабливості об'єкту, відзначено у сорту Полто, як свідчення про його високу адаптивність і стабільність у різних погодних умовах вирощування. Відносно нижчий рівень агростабільності, 84,4–84,8%, встановлено у сортів Денвікське та Миронівське.

За отриманими результатами сорт Полто вирізнявся оптимальним поєднанням низької мінливості врожайності, високої гомеостатичності та агростабільності, що дає підстави оцінювати їх як стабільні і широко адаптовані генотипи. Сорти Миронівське та Вітрило доцільно вважати об'єктами більш інтенсивного типу, здатного реалізовувати підвищений потенціал урожайності за сприятливих умов вирощування.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** В умовах післяжнивного вирощування тривалість вегетаційного періоду середньостиглих і середньопізніх сортів проса становить 74–78 діб. Підвищення норми висіву скорочує тривалість вегетації на 1–3 доби, не чинячи істотного впливу на гідротермічні умови вирощування культури. Сорти Миронівське 51 та Вітрило за норми висіву 3,5 млн шт./га формують урожайність зерна на рівні 2,75 т/га, що відповідно на 5,27 і 8,73 % перевищує середній рівень по досліді. Збільшення норми висіву до 4,0 та 4,5 млн шт./га супроводжується зниженням урожайності зерна. Сорти Полто та Вітрило характеризуються найнижчою чутливістю генотипу до стресових факторів і високою надійністю реалізації продуктивного потенціалу. Сорт Полто належить до стабільних і широко адаптованих генотипів, тоді як сорти Миронівське

51 і Вітрило відзначаються інтенсивним типом та здатністю формувати високий рівень урожайності за сприятливих умов вирощування. Подальші дослідження доцільні в напрямку розширення переліку сортів та визначення допустимих термінів запровадження таких посівів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Водна безпека – запорука сталого розвитку України / М.І. Ромашенко, та ін. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 177–185
2. Перспективи розвитку аграрного сектора України в умовах кліматичних змін : аналіт. доп. В. М. Русан, Л. А. Жураковська, Я. А. Жаліло та ін. ; за наук. ред. Я. А. Жаліла. Київ : НІСД, 2024. 47 с. DOI: 10.53679/NISS-analytrep.2024.09.
3. Вожегова Р. А., Рудік О. Л., Сергєєв Л. А. Проміжні посіви в концепціях формування інтенсивних систем землеробства. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2020. Вип. 116. Ч. 1. С. 3–15. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.116.1.1.
4. Shevnikov, M. Y., Tyshchenko, V. M., & Kostenko, M. P. (2021). Study of millet ultra-early maturing varieties in post-cutting and post-reaping crops depending on predecessors and methods of sowing. *Scientific Progress & Innovations*, (4), 112–119. DOI:10.31210/visnyk2021.04.14
5. Amadou I., Gounga M. E., Le G. W. Millets: nutritional composition, some health benefits and processing a review. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2013. Vol. 25. P. 501–508. DOI: 10.9755/ejfa.v25i7.12045
6. Рудік О.Л., Рудік Н.М., Сергєєв Л.А., Чуган В.В. Просо посівне в системі адаптації аграрного виробництва до глобальних викликів сьогодення. *Аграрні інновації*. Херсон. 2022. Вип 12. С. 52-59. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.9>
7. Аверчев О. В. Особливості післяжнивної культури проса в умовах недостатнього вологозабезпечення. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2010. Вип. 41. С. 35-41.
8. Божко Л. Ю., Барсукова О. А. Агрометеорологічні прогнози : навч. посіб. Одеса : ТЕС, 2012. 246 с.
9. Холод С. Г. Господарсько-цінні властивості зразків проса, залучених до колекції Устимівської дослідної станції рослинництва. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 77. С. 54–60.
10. Чуган В. В., Рудік О.Л., Сергєєв Л.А. Технологічні аспекти ефективного вирощування проміжних культур. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Ротмістровські читання Ч. 1: до 130-річчя заснування ОДСГДС, 28 березня 2025 року. Одеса: 2025. С. 74-76.
11. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях : наук.-метод. вид. за ред. Р. А. Вожегової. Херсон : Гринь Д. С., 2014. 286 с.
12. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. Український інститут експертизи сортів рослин. Уклад. С. О. Ткачик, Н. В. Лещук, О. І. Присяжнюк. 4-ге вид., випр. і допов. Вінниця, 2016. 120 с.
13. Кириченко В. В., Кобизєва Л. Н. Просо: біологія, селекція, технологія вирощування. Харків : Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. 2013. 220 с.
14. Присяжнюк Л. М., Ночвіна О. В., Шитікова Ю. В., Мізерна Н. А., Гринів С. М. Екологічна пластичність та стабільність урожайності проса посівного (*Panicum miliaceum* L.) у різних ґрунтово-кліматичних зонах України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. Т. 17, № 2. С. 146–154. DOI: 10.21498/2518-1017.17.2.2021.236522.

Дата першого надходження рукопису до видання: 14.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 635.64; 631.53

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.16>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ СПОСОБІВ ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ ПОМІДОРУ ЗА ОРГАНІЧНИХ ПІДХОДІВ

**Шапко М.О.** – молодший науковий співробітник лабораторії насіннезнавства і насінництва овочевих і баштанних культур, Інститут овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України  
[orcid.org/0000-0001-8665-0562](https://orcid.org/0000-0001-8665-0562)

**Куц О.В.** – д.с.-г.н., доцент кафедри рослинництва, Державний біотехнологічний університет  
[orcid.org/0000-0003-2053-8142](https://orcid.org/0000-0003-2053-8142)

У статті наведено результати досліджень щодо визначення ефективності обробки насіння впливу фізичними факторами (низькі температури та озонування) та використання біопрепаратів на зміну біометричних параметрів рослин та урожайність насіння помідору за його вирощування в умовах відкритого ґрунту Лівобережного Лісостепу України. Дослідження проводили в 2023–2025 рр. в Інституті овочівництва і баштанництва НААН, які розташовані в лівобережному Лісостепу України. Дослідження реалізовано за вирощування помідору сорту *Базилевс* розсадним способом з використанням крапельного зрошення, схеми висаджування рослин в польових умовах 70 x 35 см та повністю біологічного захисту рослин (використання біопрепаратів інсектицидної та фунгіцидної дії). Встановлено, що підвищення енергії проростання насіння помідору забезпечує його обробка до посіву низькими температурами  $-40$ ;  $-80$  та  $-196$  °C, озонування впродовж 20 хвилин з концентрацією від 1,0 до 1,5 мг/л, що забезпечує зростання параметру на 9,1–31,8 %. Лабораторна схожість насіння істотно підвищилася тільки за кріобробки з температурою  $-40$  °C та озонування з нормою озону 1,5 м/кг (98,0–98,1 %). Доведено позитивна дія на зростання висоти рослин кріобробки з температурами  $-80$  та  $-196$  °C, озонування з концентраціями озону 0,5 та 1,0 м/кг, використання біопрепарату Мікохелп (збільшення на 10,2–13,9 %). За кріобробки  $-40$  °C та застосування Мікохелп відзначено істотне підвищення кількості листків на головному стеблі на 8,9–10,7 %. Всі обробки, окрім озонування з концентрацією 1,5 мг/кг та використання Фітоциду, забезпечували підвищення кількості китиць на 14,7–23,2 %. Отже, за вирощування помідору на насінневу цілі в умовах Лівобережного Лісостепу України ефективним виявилось обробка насіння низькими температурами ( $-80$  °C), озонування з концентрацією 0,5 мг/л, обробка насіння біопрепаратами Мікохелп та Фітоцид з нормою 40 мг/кг, що забезпечує підвищення урожайності насіння на 5,5–7,29 кг/га або на 12,8–17,0 %.

**Ключові слова:** помідор, кріобробка, озонування, біопрепарати, посівні якості, біометричні параметри, урожайність насіння.

**Shapko M.O., Kuts O.V. The effectiveness of different methods of preparing tomato seeds using organic approaches**

The article presents the results of studies aimed at determining the effectiveness of seed treatment using physical factors (low temperatures and ozonation) and biological preparations on changes in biometric parameters of plants and tomato seed yield when grown in open-field conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The research was conducted in 2023–2025 at the Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, located in the Left-Bank Forest-Steppe zone. The study was carried out using the

tomato cultivar *Bazylevs*, grown by the seedling method with drip irrigation, a planting scheme of 70 × 35 cm under field conditions, and a fully biological plant protection system (application of biopreparations with insecticidal and fungicidal action). It was established that an increase in tomato seed germination energy was ensured by pre-sowing treatment with low temperatures of -40, -80 and -196 °C, as well as ozonation for 20 minutes at a concentration of 1.0–1.5 mg/L, which resulted in an increase of this parameter by 9.1–31.8%. Laboratory germination significantly increased only under cryotreatment at -40 °C and ozonation with an ozone rate of 1.5 mg/kg (98.0–98.1%). A positive effect on plant height was proven for cryotreatment at temperatures of -80 and -196 °C, ozonation at ozone concentrations of 0.5 and 1.0 mg/kg, and application of the biological product *MycoHelp*, which resulted in an increase of 10.2–13.9%. Cryotreatment at -40 °C and application of *MycoHelp* led to a significant increase in the number of leaves on the main stem by 8.9–10.7%. All treatments, except ozonation at a concentration of 1.5 mg/kg and application of *Phytocide*, contributed to an increase in the number of inflorescences by 14.7–23.2%. Thus, under seed tomato production conditions in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, seed treatment with low temperatures (-80 °C), ozonation at a concentration of 0.5 mg/L, and treatment with the biological products *MycoHelp* and *Phytocide* at a rate of 40 mL/kg proved to be effective, ensuring an increase in seed yield by 5.5–7.29 kg/ha or by 12.8–17.0%.

**Key words:** tomato, cryotreatment, ozonation, biological preparations, sowing qualities, biometric parameters, seed yield.

**Актуальність теми дослідження.** За умов органічного виробництва овочевих культур застосування синтетичних засобів захисту рослин є забороненим, що зумовлює необхідність пошуку альтернативних підходів до стримування розвитку шкідливих організмів. Одним із перспективних напрямів є використання фізичних чинників, зокрема температурних режимів та озонування, а також мікробіологічних препаратів. Ефективність фізичних методів контролю зростає при передпосівній обробці насіння, тоді як мікробні засоби демонструють позитивну дію як при обробці насіннєвого матеріалу, так і при внесенні в ґрунт або при обробці вегетуючих рослин.

Запровадження біологічних і фізичних методів обмеження розвитку фітопатогенів на етапі обробки насіння характеризується високим рівнем безпечності для людини, мінімальним впливом на довкілля та відносно низькими енерговитратами. Водночас для кожної культури необхідно індивідуально підбирати параметри застосування таких методів з метою досягнення максимальної ефективності.

**Постановка проблеми.** Праймування насіння протягом тривалого часу використовується у світовій практиці як ефективний спосіб підвищення стійкості рослин до стресових факторів. Існує декілька варіантів реалізації даної технології. Найбільш поширеним є хімічне праймування, яке довело свою результативність у підвищенні адаптивності культур до несприятливих умов. До основних його форм відносять гідропраймування, галопраймування, осмопраймування, гормональне, окисно-відновне, поживне праймування та нанопраймування [1].

Гідропраймінг передбачає регульоване зволоження насіння до рівня, що активізує метаболічні процеси, але не спричиняє початку проростання. Суть методу полягає у замочуванні насіння у воді протягом визначеного часу до появи перших ознак набухання, після чого його піддають поверхневому або повному висушуванню до початкової маси. Перевагою гідропраймінгу є його економічність, оскільки використовується лише вода. Наукові дослідження підтверджують, що застосування цього методу сприяє покращенню схожості, енергії проростання та загальної продуктивності сільськогосподарських культур навіть за несприятливих умов вирощування [2].

Сучасні наукові дані свідчать, що обробка насіння регуляторами росту стимулює інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів у насінні та проростках.

Активізація цих процесів особливо важлива на ранніх етапах онтогенезу, у період підвищеної чутливості рослин, оскільки вона визначає подальший ріст і розвиток культури. До найпоширеніших агентів для ґрунтування насіння належать поліетиленгліколь, мінеральні солі, поживні елементи та різні біостимулятори [3, 4].

Оскільки різні речовини для праймування мають специфічні властивості та ступінь ефективності, важливо здійснювати підбір оптимального складу розчину з урахуванням біологічних особливостей конкретного виду рослин для отримання найкращих результатів [5-8].

На сьогодні встановлено, що вплив низьких температур на насіння здатен покращувати його схожість і, відповідно, підвищувати врожайність сільсько-господарських культур [9, 10]. Зокрема, у дослідженнях О. Задорожної та співавторів [11] проаналізовано вплив помірно низьких температур на насіння жита озимого. Встановлено, що після 42-місячного зберігання за температур  $+4$  та  $-20^{\circ}\text{C}$  не спостерігалось змін продуктивності, кількості та довжини колосів, проте у 38 % зразків зафіксовано збільшення маси 1000 зернин. Зберігання насіння жита озимого та ярого в рідкому азоті або його парах сприяло підвищенню схожості та розвитку кореневої системи порівняно з кімнатною температурою, при цьому змін у характері метилювання ДНК не виявлено [12]. Передпосівна кріообробка насіння буряка і томатів також позитивно впливала на рівень врожайності [13].

Озонування у практиці передпосівної обробки насіння спочатку розглядалось як екологічно безпечний метод знезараження посівного матеріалу, однак згодом було встановлено його стимулюючий вплив на початкові фази росту рослин. У дослідженні О. Тимошенко [14] показано, що обробка насіння пшениці ярої озono-повітряною сумішшю з концентрацією озону  $0,5-1,0 \text{ г/м}^3$  сприяла збільшенню висоти проростків і довжини коренів у порівнянні з контролем, тоді як підвищені концентрації озону викликали пригнічення ростових процесів. Аналогічно, дослідження впливу озону на некондиційне за показниками схожості насіння пшениці засвідчило істотне збільшення кількості пророслих насінин [15].

Не можна виключати, що фізіологічні зміни, спричинені дією біологічно активних речовин, можуть проявлятися не лише на початкових етапах проростання, а й на пізніших стадіях розвитку рослин, впливаючи на формування їх продуктивності.

Отже, метою дослідження є визначення ефективності обробки насіння впливу фізичними факторами (низькі температури та озонування) та використання біопрепаратів на зміну біометричних параметрів рослин та урожайність насіння помідору за його вирощування в умовах відкритого ґрунту Лівобережного Лісостепу України.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили в 2023-2025 рр. в Інституті овочівництва і баштанництва НААН, які розташовані в лівобережному Лісостепу України.

Схема досліджень включала різні варіанти обробки насіння помідору перед висівом:

1. Без обробки (контроль)
2. Кріообробка (рідкий азот) с температурою  $-40^{\circ}\text{C}$
3. Кріообробка (рідкий азот) с температурою  $-80^{\circ}\text{C}$
4. Кріообробка (рідкий азот) с температурою  $-196^{\circ}\text{C}$
5. Озонування впродовж 20 хвилин з концентрацією  $0,5 \text{ мг/л}$
6. Озонування впродовж 20 хвилин з концентрацією  $1,0 \text{ мг/л}$
7. Озонування впродовж 20 хвилин з концентрацією  $1,5 \text{ мг/л}$

8. Обробка насіння біопрепаратом Мікохелп (40 мл/кг)

9. Обробка біопрепаратом Фітоцид (40 мл/кг).

Зразки насіння помідору сорту Базилевс з вмістом води  $0,11 \text{ г H}_2\text{O/г}^{-1}$  сухої маси поміщали в поліпропіленові центрифужні контейнери об'ємом 2 мл та переносили в холодильник ( $-40$  та  $-80$  °C) або в рідкий азот ( $-196$  °C) на 4 дні. Після кріообробки насіння прогрівали на повітрі за  $22$  °C у темряві.

Озонування насіння проводили впродовж 20 хвилин. Озон отримували з генератора бар'єрного типу, розробленого в Інституті проблем кріобіології і кріомедицини НАН України (м. Харків) разом з ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут».

Обробку насіння біопрепаратами проводили за 4 доби до висіву шляхом замочування насіння в розчинах відповідної концентрації впродовж 30 хвилин та наступним підсушуванням насіння в темряві. В досліджах було використано наступні біопрепарати:

**Мікохелп** – багатофункціональний, багатокомпонентний біопрепарат, що використовується для лікування та профілактика грибкових захворювань. Гриби-антагоністи пригнічують розвиток таких фітопатогенів, як *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Verticillium*, *Sclerotinia*, *Fusarium* та інших. Препарат містить сапрофітні гриби-антагоністи роду *Trichoderma*, живі клітини бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, біологічно-активні продукти життєдіяльності мікроорганізмів-продуцентів (кількість життєздатних клітин не менше  $1,0 \times 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>).

**Фітоцид** – біопрепарат, що захищає рослини від широкого спектру збудників грибних і бактеріальних хвороб (*Blumeria spp.*, *Septoria spp.*, *Fusarium spp.*, *Pyrenophora spp.*, *Alternaria spp.*, *Drechslera spp.*, *Ascochyta spp.*, *Phytophthora spp.*, *Erysiphe spp.* тощо); стимулює ріст та розвиток рослин; підвищує стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища. Препарат містить живі природні бактерії *Bacillus subtilis* (не менше ніж  $1,0 \times 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>).

Помідор сорту Базилевс вирощували розсадним способом з використанням крапельного зрошення та схеми висаджування рослин в польових умовах  $70 \times 35$  см. Весь захист рослин від хвороб та шкідників включав використання біопрепаратів інсектицидної та фунгіцидної дії.

Дослідження проведено згідно методики дослідної справи в овочівництві та баштанництві [16]. Загальна площа ділянки –  $42 \text{ м}^2$ , площа облікової ділянки –  $22,4 \text{ м}^2$ ; повторність – триразова.

Визначено вплив технологічних заходів підготовки насіння на посівні якості насіння (енергія проростання та лабораторна схожість), на біометричні параметри рослин (висота рослин, кількість листків та китиць на головному стеблі, кількість стебел першого порядку), що проведено в фазу початку плодоношення, на урожайність насіння помідору. Статистичну обробку результатів дослідження здійснювали методом дисперсійного аналізу, використовуючи роки як повторення [17].

**Результати досліджень.** Різні способи низькотемпературної обробки та обробки насіння помідору озоном впливали на його енергію проростання та схожість (табл. 1). На енергію проростання насіння максимальний позитивний вплив зумовлювало використання обробки насіння низькими температурами  $-40$  °C та  $-80$  °C (підвищення показнику на  $14,3$ - $15,1$  %) та озонування з концентрацією озону  $1,0$ - $1,5$  мг/л (на  $16,4$ - $18,5$  %). Істотного впливу на даний показник не забезпечувало використання біопрепаратів, хоча і відмічається позитивна тенденція. Також зазначено, що використання досить низьких температур для обробки

насіння (-196 °C) поступається з впливом на енергію проростання насіння помідору відносно використання кріообробки насіння температурами -40 °C та -80 °C.

Таблиця 1

**Зміни посівних якостей насіння помідору після його обробки фізичними чинниками та біопрепаратами (середнє за 2023-2025 рр.)**

Варіант	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
1. Без обробки (контроль)	58,2	88,1
<b>Кріообробка</b>		
2. Кріообробка з температурою -40 °C	72,5	98,0
3. Кріообробка з температурою -80 °C	73,3	93,1
4. Кріообробка з температурою -196 °C	63,5	90,2
<b>Озонування</b>		
5. Озонування з концентрацією 0,5 мг/л	65,6	89,2
6. Озонування з концентрацією 1,0 мг/л	74,6	93,4
7. Озонування з концентрацією 1,5 мг/л	76,7	98,1
<b>Біопрепарати</b>		
8. Мікохелп, 40 мг/кг	61,1	92,1
9. Фітоцид, 40 мг/кг	59,6	91,2
НІР <sub>0,95</sub>	5,11	7,16

Істотне зростання лабораторної схожості насіння відмічено тільки за кріообробки з температурою -40 °C та озонування з максимальною нормою озону (1,5 м/кг). За таких умов лабораторна схожість насіння становила 98,0-98,1 %, тоді як на контролі даний показник становив 88,1 %. За інших технологічних заходів підготовки насіння зазначено тільки позитивну тенденцію щодо зростання лабораторної схожості.

Позитивна дія на насіння фізичних факторів та біопрепаратів зумовила більш інтенсивне наростання вегетативної маси та формування генеративних органів рослин помідору. Відзначено істотне зростання висоти рослин за використання кріообробки з температурами -80 та -196 °C, проведення озонування з концентраціями озону 0,5 та 1,0 м/кг, а також за обробки насіння біопрепаратом Мікохелп (табл. 2). За таких технологічних заходів висота рослин помідору збільшилася на 8,3-11,3 см або на 10,2-13,9 %.

За обробки насіння низькими температурами (-40 °C) та біопрепаратом Мікохелп (40 мг/кг) відзначено істотне підвищення кількості листків на головному стеблі з 14,6 шт./рослину на контролі до рівня 15,9-16,5 шт./рослину. За інших технологічних заходів підготовки насіння зазначено тільки позитивну тенденцію.

На кількість стебел першого порядку способи підготовки насіння істотно не впливали, хоча і зазначено позитивну тенденцію. Максимальний вплив забезпечує проведення озонування з мінімальними концентраціями озону (4,8 шт./рослину).

За рахунок обробки насіння фізичними факторами та біопрепаратами істотно зростає кількість китиць на головному стеблі, окрім проведення озонування з концентрацією 1,5 мг/кг та використання біопрепарату Фітоцид. За іншими варіантами обробки насіння кількість китиць зростає на 0,66-1,04 шт./рослину або на 14,7-23,2 %.

Таблиця 2

**Вплив фізичних факторів та біопрепаратів на біометричні параметри рослин помідору (середнє за 2023-2025 рр.)**

Обробка насіння	Біометричні параметри			
	Висота рослин, см	Кількість листків на головному стеблі, шт./росл.	Кількість стебел 1-го порядку, шт./росл.	Кількість китиць на головному стеблі, шт./росл.
1. Без обробки (контроль)	81,5	14,6	4,37	4,48
2. Кріообробка (-40 °С)	84,0	15,4	4,61	5,14
3. Кріообробка (-80 °С)	89,8	15,9	4,68	5,23
4. Кріообробка (-196 °С)	92,1	15,7	4,62	5,43
5. Озонування (0,5 мг/л)	92,2	15,2	4,80	5,23
6. Озонування (1,0 мг/л)	90,3	15,3	4,57	5,52
7. Озонування (1,5 мг/л)	85,6	15,2	4,53	5,05
8. Мікохелп (40 мл/кг)	92,8	16,5	4,65	5,29
9. Фітоцид (40 мл/кг)	82,5	15,3	4,64	5,03
НІР <sub>0,95</sub>	7,65	1,53	0,46	0,58

Істотно урожайність насіння помідору зростає за кріообробки з температурою -80 °С та -196 °С, за озонування всіма концентраціями та використання біопрепаратів Мікохелп і Фітоцид (табл. 3).

Таблиця 3

**Вплив фізичних факторів та біопрепаратів на урожайність помідору (середнє за 2023-2025 рр.)**

Внесення препаратів	Урожайність насіння, кг/га	Приріст до контролю	
		кг/га	%
1. Без обробки (контроль)	42,82	-	-
2. Кріообробка (-40 °С)	46,85	4,03	9,4
3. Кріообробка (-80 °С)	50,11	7,29	17,0
4. Кріообробка (-196 °С)	49,20	6,38	14,9
5. Озонування (0,5 мг/л)	49,82	7,0	16,3
6. Озонування (1,0 мг/л)	48,99	6,17	14,4
7. Озонування (1,5 мг/л)	48,65	5,83	13,6
8. Мікохелп (40 мл/кг)	48,79	5,97	13,9
9. Фітоцид (40 мл/кг)	48,32	5,50	12,8
НІР <sub>0,95</sub>		5,47	

Але ефективним заходом кріообробки є використання температури -80 °С (50,11 кг/га), так як зниження температури обробки насіння до -196 °С зумовлює тенденцію до зниження насінневої продуктивності рослин помідору.

Ефективною концентрацією для озонування насіння є концентрації 0,5 мг/кг, що забезпечує підвищення урожайності на 7,0 кг/га або на 16,3 %. Підвищення

концентрації озону для обробки насіння не забезпечує істотно зростання насінневої продуктивності помідору.

Високий позитивний вплив на насіннєву продуктивність біопрепаратами фунгіцидної дії Мікохелп та Фітоцид (підвищення урожайності на 12,8-13,9 %) пояснюються зниженням рівня зараженості насіння фітопатогенами та стимулюючою дією препаратів. В препаратах окрім агентів фунгіцидної дії (бактерії *Bacillus subtilis* та сапрофітні гриби-антагоністи роду *Trichoderma*) містяться інші мікроорганізми (*Azotobacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus*) та продукти їх життєдіяльності, що володіють ріст стимулюючою дією.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Підвищення енергії проростання насіння помідору забезпечує його обробка до посіву низькими температурами -40; -80 та -196 °С, озонування впродовж 20 хвилин з концентрацією від 1,0 до 1,5 мг/л, що забезпечує зростання параметру на 9,1-31,8 %. Лабораторна схожість насіння істотно підвищилася тільки за криобробки з температурою -40 °С та озонування з нормою озону 1,5 м/кг (98,0-98,1 %).

Доведено позитивна дія на зростання висоти рослин криобробки з температурами -80 та -196 °С, озонування з концентраціями озону 0,5 та 1,0 м/кг, використання біопрепарату Мікохелп (збільшення на 10,2-13,9 %). За криобробки -40 °С та застосування Мікохелп відзначено істотне підвищення кількості листків на головному стеблі на 8,9-10,7 %. Всі обробки, окрім озонування з концентрацією 1,5 мг/кг та використання Фітоциду, забезпечували підвищення кількості китиць на 14,7-23,2 %.

За вирощування помідору на насіннєву цілі в умовах Лівобережного Лісостепу України ефективним виявилось обробка насіння низькими температурами (-80 °С), озонування з концентрацією 0,5 мг/л, обробка насіння біопрепаратами Мікохелп та Фітоцид з нормою 40 мл/кг, що забезпечує підвищення урожайності насіння на 5,5-7,29 кг/га або на 12,8-17,0 %.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Pathak K., Kataria S., Gadre R. Trending methods to enhance antioxidant activities in wheat. In: Hasanuzzaman, M., Nahar, K., & Hossain, M. (Eds.). *Wheat production in changing environments: Responses, adaptation and tolerance*. Springer, Singapur. 2019. P. 241–260.
2. Sher A., Sarwar T., Nawaz A., Ijaz M., Sattar A., Ahmad S. Methods of seed priming. In: Hasanuzzaman, M., & Fotopoulos, V.(Eds.). *Priming and pretreatment of seeds and seedlings*. Springer, Singapore. 2019. P. 2–11.
3. Singh H., Jassal R. K., Kang J. S., Sandhu S. S., Kang H., Grewal K. Seed priming techniques in field crops – a review. *Agricultural Reviews*. 2015. 36. P. 251–264.
4. Masondo N. A., Kulkarni M. G., Finnie J. F., Van Staden J. Influence of biostimulants-seed-priming on *Ceratotheca triloba* germination and seedling growth under low temperatures, low osmotic potential and salinity stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2018. 147. P. 43–48.
5. Horii A., McCue P., Shetty K. Seed vigour studies in corn, soybean and tomato in response to fish protein hydrolysates and consequences on phenolic-linked responses. *Bioresource Technology*. 2007. 98(11). P. 2170–2177.
6. Дидів І.В., Дидів О.Й., Дидів А.І., Коховська І.В. Вплив регулятора росту Біоглобін на врожайність і якість товарної продукції пастернаку в умовах Західного Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. 17(1). С. 73–79.
7. Дидів І., Дидів О. Вплив нового регулятора ростк Біоглобін на урожайність і якість петрушки кореневої. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія Агронія*. 2022. 26. С. 114-120.

8. Міщенко О.В., Поспелов С. В. Корекція посівних якостей насіння ехінацеї стимуляторами росту природного походження. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. 38. С. 33-39. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.5>
9. Shevchenko N., Lialiuk O., Stribul T., Ivchenko T. Influence of seed priming techniques on seedling establishment and yield of asparagus hybrids. *Biol Life Sci Forum*. [Internet]. 2021 [cited 2024 May 24]. 4(1). P. 31. Available from: <https://www.mdpi.com/2673-9976/4/1/31>
10. Shevchenko N., Miroshnichenko T., Mozgovska A. et al. Field performance of cryopreserved seed-derived tomato plants and post-thaw survival of viral-infected meristems. *Acta Agric Slov*. 2022. 118(4). P. 1–8.
11. Задорожна О.А., Єгоров Д.К. Вплив низькотемпературних режимів зберігання насіння озимого жита на його врожайні ознаки. *Проблеми кріобіології і кріомедицини*. 2022. 32(2). P. 111–20.
12. Lu J., Greene S., Reid S. et al. Phenotypic changes and DNA methylation status in cryopreserved seeds of rye (*Secale cereale* L.) *Cryobiology*. 2018. 82. P. 8–14.
13. Шевченко Н.О., Коваленко Г.В., Баштан Н.О. та ін. Вплив фізичних факторів передпосівної обробки насіння буряка столового сорту Дій на посівну якість і врожайність. *Проблеми кріобіології і кріомедицини*. 2022; 32(3). С. 183–95.
14. Тимошенко О.П. Особливості розвитку рослин пшениці ярої за передпосівної обробки насіння озono-повітряною сумішшю. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. 17 (1). С. 461–5.
15. Sivaranjani S., Prasath V.A., Pandiselvam R. et al. Recent advances in applications of ozone in the cereal industry. *LWT*. [Internet]. 2021 Jul [cited 2023 Dec 17]. 146. 111412. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002364382100565X>
16. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / За редакцією Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. Х.: Основа, 2001. 369 с.
17. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / А.О. Рожков, В.К. Пузік, С.М. Каленська та ін. Харків: Майдан, 2016. 314 с.

Дата першого надходження рукопису до видання: 05.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.358:631.53.04:631.582(292.486)(477)  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.17>

## СУЧАСНИЙ СТАН, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНОКУЛЯНТІВ І ФУГІЦИДНИХ ПРОТРУЙНИКІВ ПРИ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ

**Шевченко С.М.** – д.с.-г.н., професор,  
професор кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
[orcid.org/0000-0002-1666-3672](https://orcid.org/0000-0002-1666-3672)

**Деревенець-Шевченко К.А.** – к.б.н., с.н.с.,  
провідний науковий співробітник лабораторії захисту рослин,  
Державна установа Інститут зернових культур Національної академії аграрних  
наук України  
[orcid.org/0000-0002-0469-0972](https://orcid.org/0000-0002-0469-0972)

**Матюха В.Л.** – д.с.-г.н., с.н.с.,  
в. о. завідувача лабораторії захисту рослин,  
Державна установа Інститут зернових культур Національної академії аграрних  
наук України Дніпро  
[orcid.org/0000-0002-5657-3524](https://orcid.org/0000-0002-5657-3524)

**Мороз А.О.** – аспірант кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
[orcid.org/0009-0001-3687-5752](https://orcid.org/0009-0001-3687-5752)

**Черних С.А.** – к.с.-г.н., доцент,  
доцент кафедри агрохімії,  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
[orcid.org/0000-0002-8106-9901](https://orcid.org/0000-0002-8106-9901)

*Мета огляду – узагальнити сучасні підходи, проблеми та перспективи поєднаного застосування інокулянтів і фунгіцидних протруйників у технології вирощування гороху (*Pisum sativum* L.) з позицій агрономічної, економічної та біоенергетичної ефективності. На основі критичного аналізу вітчизняних і зарубіжних публікацій систематизовано дані про вплив штамів *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*, носіїв та способів внесення інокулянтів, а також діючих речовин насінневих фунгіцидів (за FRAC-класифікацією) на схожість, ранню нодуляцію, активність нітрогенази, продуктивність і економіку технології в умовах Степу України. Показано, що інокуляція стабільно підвищує ефективність симбіотичної азотфіксації та врожайність за умови технологічної сумісності з протруйниками, коректного часу обробок і вибору препаративної форми. Разом із тим, низка діючих речовин насінневих фунгіцидів (зокрема дитиокарбамати, окремі ДМІ-тріазоли) може зменшувати життєздатність ризобій і відтерміновувати формування бульбочок. Відносно стрийтливі до симбіозу комбінації описано для деяких феніліпіколамідів/феніламінів (наприклад, металаксил-вмісні формуляції), що потребує локального обґрунтування на конкретних штаммах і сортах. Узагальнено практичні рішення щодо підготовки у часі протруйник – (висихання) – інокуляція в день сівби, інокуляція у борозну або по рядку з підвищеним титром, використання полімерних бар'єрів і ротація препаратів за FRAC-стратегією. Економічні та біоенергетичні оцінки свідчать, що додаткові*

витрати на інокуляцію окупаються завдяки приросту врожаю й коефіцієнта енергетичної ефективності за умови сумісних схем. Запропоновано алгоритм прийняття рішень для господарств, а саме діагностика патогенного фону – добір протруйника – вибір штаму та носія і способу внесення – перевірка сумісності на ділянці – масштабування. Окреслено напрями, що потребують подальшого вивчення, це відсутність уніфікованих локальних протоколів штаму × інокулянт × протруйник × сорт і потреба довгострокових досліджень впливу на якість зерна та баланс ґрунтового азоту.

**Ключові слова:** горох, інокуляція, інкрустація, попередник, симбіотична азотфіксація, фунгіцидні протруйники, технологія вирощування, економічна ефективність, біоенергетична ефективність.

**Shevchenko S.M., Derevenets-Shevchenko K.A., Matiukha V.L., Moroz A.O. Current status, problems and prospects of the use of inoculates and fungicidal antioquicids in pea growing**

The aim of this review is to synthesise current approaches, challenges and prospects for the combined use of inoculants and fungicidal seed treatments in pea (*Pisum sativum* L.) production, assessed through agronomic, economic and bioenergetic lenses. Based on a critical appraisal of Ukrainian and international literature, we systematise evidence on the effects of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* strains, inoculant carriers and application methods, as well as seed-applied fungicide active ingredients (by FRAC mode-of-action groups) on seedling performance, early nodulation, nitrogenase activity, yield formation and overall techno-economic performance under Forest-Steppe and Steppe conditions of Ukraine. Inoculation consistently enhances symbiotic N<sub>2</sub> fixation and yield provided technological compatibility with fungicidal dressings, appropriate timing of operations and a suitable carrier (peat, liquid, polymer). Conversely, several seed fungicides – particularly dithiocarbamates (e.g., thiram) and some DMI triazoles – can reduce rhizobial viability on the seed and delay early nodulation; comparatively “softer” combinations have been reported for phenylamide (acylalanilide) fungicides (e.g., metalaxyl), though these require local validation for specific strains and cultivars. Practical solutions are summarised: temporal separation of operations treat – dry – inoculate on the day of sowing, in-furrow/seed-row inoculation at an elevated titre, use of polymer barriers, and FRAC-based rotation of modes of action. Economic and bioenergetic assessments indicate that the additional cost of inoculation is offset by yield gains and a higher energy efficiency coefficient when compatibility is ensured. We propose a decision algorithm for farms: pathogen diagnostics – selection of seed-treatment MoA – choice of strain/carrier and application method – small-plot compatibility test – scale-up. Key gaps remain: absence of standardised local protocols for the strain × inoculant × seed fungicide × cultivar matrix and a need for long-term studies on grain quality and soil-nitrogen balance.

**Key words:** pea; inoculation, incrustation, preceding crop, symbiotic nitrogen fixation, fungicidal seed treatments, cultivation technology, economic efficiency, bioenergetic efficiency.

**Постановка проблеми.** Горох є ключовою бобовою культурою для білкового та азотного балансу короткоротаційних сівозмін, оскільки завдяки симбіозу з *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* здатний покривати значну частку власної потреби в азоті й залишати після себе азот для наступної культури. Проте фактична реалізація цього потенціалу часто обмежується двома взаємопов’язаними чинниками: високим фітопатогенним тиском насінневих і ґрунтових інфекцій (комплекс *Ascochyta*, *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*), що знижують енергію проростання насіння, густоту стояння рослин та продуктивність; нестабільністю нодуляції та ефективності азотфіксації під впливом абіотичних стресів і технологічних факторів [2, 9, 13].

Фунгіцидне протруювання насіння є базовим інструментом контролю ранніх інфекцій, однак дія низки діючих речовин і допоміжних компонентів формуляцій може пригнічувати життєздатність інокулянтів і колонізацію кореня. У виробничих умовах це породжує технологічну дилему: як одночасно забезпечити надійний захист насіння та зберегти ефективний симбіоз без втрати врожайності й білкової. Додатково проблему загострює варіабельність результатів залежно від типу

носія інокулянта (торф'яний, рідкий, полімерний), способу й часу нанесення (на насіння або у рядок; одразу перед сівбою чи з інтервалом), якості насіння, попередника, а також агрометеорологічних умов Степу і Лісостепу України. В умовах порушених логістичних ланцюгів та зміни фітосанітарного профілю полів (воєнний час) зростає потреба в простих, надійних і відтворюваних рішеннях [3, 7, 25].

Наразі бракує уніфікованих, прив'язаних до локальних продуктів і умов, протоколів сумісності протруйник – інокулянт, а також узагальнених оцінок їхнього впливу на нодуляцію, урожай та економіку і біоенергетику технології. Відсутність таких регламентів призводить до протилежних практик у господарствах, а саме від повної відмови від інокуляції до змішування препаратів у багатокомпонентній суміші, що підвищує ризик втрати азотфіксаційного ефекту або недостатнього фітосанітарного захисту [18, 24, 26].

Отже, науково-практична проблема полягає у розробленні доказових, адаптованих до умов степової зони підходів до комбінованого застосування інокулянтів і фунгіцидних протруйників при вирощуванні гороху – з чіткими алгоритмами вибору препаратів, технології нанесення та часу, які забезпечують стабільну нодуляцію, контроль ранніх інфекцій і приріст урожайності та білка при прийнятній собівартості та екологічній безпеці.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасні українські дослідження демонструють, що інокуляція гороху штамами *Rhizobium leguminosarum* є стабільно ефективним елементом технології, зокрема за використання локально адаптованих штамів і допоміжних ад'ювантів. Наприклад, випробування штаму *R. leguminosarum* Г222 в Інституті сільського господарства мікробіології та АПВ НААН показали підвищення економічної та енергетичної ефективності, особливо у поєднанні з полісахаридно-білковим комплексом (зниження собівартості, зростання рентабельності; коефіцієнт енергетичної ефективності зростав завдяки кращій урожайності) [4]. Додатково, за даними вітчизняних вчених, передпосівна обробка насіння біопрепаратами та добір сорту підсилюють симбіотичну активність і формування бульбочок, що закладає основу для реалізації потенціалу біологічної фіксації азоту в умовах Лісостепу й Степу України [1].

Вітчизняні наукові праці також системно висвітлюють фунгіцидне протруювання та його поєднання з інокуляцією. Серія польових дослідів у Північному Степу засвідчила, що інкрустація насіння препаратами фунгіцидної й рістрегулювальної дії (Вітавакс-200 ФФ тощо) та інокуляція (ризогумін, поліміксобактерин, фосформобілізуючі бактерії) можуть підвищувати рівень симбіотичної азотфіксації на 14–33% залежно від фону живлення й сорту; у ряді комбінацій ефект був максимальним саме при поєднанні інкрустації з інокуляцією [5]. Водночас, за умов високого інфекційного фону кореневих гнилей ефективність системи захисту з протруйниками (хімічними й біологічними) чітко корелювала зі зменшенням ураженості та приростом урожайності, що підтверджує доцільність передпосівного хімічного захисту як базового елементу технології гороху за ризику комплексу ґрунтових патогенів [6]. На практичному рівні інтегровані схеми протруйник та інокулянт вже застосовуються у виробничих та дослідних посівах в Україні, демонструючи суттєву реалізацію урожайного потенціалу за належної агротехніки та захисту протягом вегетації [7].

Разом з тим, за даними міжнародних досліджень, сумісність інокулянтів із протруйниками є різною: частина діючих речовин насінневих фунгіцидів (особливо тирам, окремі триазоли) може знижувати життєздатність ризобій на насінні, пригнічувати ранню нодуляцію і змінювати морфогенез бульбочок гороху.

Це підтверджено мікроскопією, гістологічними та транскриптомними ознаками ушкоджень (зміни стінок клітин, інфекційних ниток, передчасне старіння інфікованих клітин) [13]. Узагальнювальні праці повідомляють, що насінневі пестициди можуть зменшувати виживаність ризобій і нодуляцію в польових умовах, тому критично важливими є добір менш токсичних діючих речовин, технологічні розділювачі у часі (спочатку протруйник, далі інокуляція), або використання сумісних формуляцій [22]. Сучасні результати також вказують, що металаксил-вмісні протруйники можуть бути менш токсичними до ризобій, порівняно з дитиокарбаматами, що відкриває шлях до безпечніших комбінацій, хоча ступінь сумісності варіює і потребує локальної обґрунтованості на конкретних ґштамах і сортах [23]. На фоні цього, сучасні агрономічні схеми (інокуляція + оптимізований мінеральний фон) показують стабільний приріст урожайності та білка в посівах гороху, але з обов'язковим урахуванням токсикології насіннєвого захисту до симбіозу [29].

Узагальнюючи, в українських умовах уже накопичено переконливі докази користі інокуляції гороху та практики її поєднання з передпосівним фунгіцидним захистом, але ключовим обмеженням лишається неповна стандартизація сумісності – ґштам × інокулянт × протруйник × сорт. Актуальними є дослідження для різних ґрунтово-кліматичних зон України щодо: добору конкретних діючих речовин протруйників, сумісних із *R. leguminosarum*; технологічних варіантів між протруєнням і інокуляцією; використання захисних ад'ювантів для підвищення виживаності ризобій на насінні; довгострокового ефекту на якість зерна та баланс азоту ґрунту. Це відображає і світовий тренд: переваги інокуляції реалізуються максимально тоді, коли насіннєвий захист підбирають за критерієм мінімального впливу на симбіоз і правильно інтегрують у технологію вирощування [14].

**Постановка завдання.** Метою огляду є узагальнити та критично оцінити сучасні підходи до поєданого застосування інокулянтів і фунгіцидних протруйників у технології вирощування гороху з позицій агрономічної ефективності та безпеки симбіозу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Симбіоз гороху з *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* ініціюється молекулярним розпізнаванням сигналів і формуванням інфекційних ниток, що веде до органогенезу бульбочок; ефективність нітрогенази оцінюють за інтенсивністю фіксації  $N_2$  та характерним рожево-червоним забарвленням бульбочок (леггемоглобін) [20]. Регуляція нодуляції чутлива до статусу азоту: надлишок доступних нітратів пригнічує ініціацію бульбочок і прискорює їх природному відмиранню, тоді як дефіцит азоту активує симбіоз. Це інтегрується на рівні всієї рослини через системні сигнальні контури попиту на N [20]. Практично підтверджено, що додаткова активація ранніх сигналів (наприклад, обробка насіння ліпо-хітоолігосахаридами/Nod-факторами) може підвищувати нодуляцію та активність нітрогенази у горохові в більш сухі сезони [27].

Носії інокулянтів (торф'яні, рідкі, гелеві, полімерні) слугують для підтримання високого титру життєздатних клітин до моменту проростання, тому вибір носія визначає виживаність і рівномірність колонізації кореня [9, 12]. Сучасні формуляції (включно з мікрокапсуляцією/біополімерними покриттями) покращують стабільність і дають змогу ко-інокуляції з PGPR/AMF/*Trichoderma*, що розширює агрономічний ефект у мінливих умовах волого забезпечення [9]. Ключовим технологічним чинником залишається спосіб і час внесення: на насіння, у борозну або по рядку безпосередньо перед сівбою, з мінімальним інтервалом між інокуляцією і загортанням – для збереження титру та конкурентоспроможності штаму [9, 12].

У польових умовах Степу України ключовими стартовими патогенами гороху

є комплекс *Ascochyta* spp., а також *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*; вони знижують польову схожість і спричиняють кореневі гнилі, що обґрунтовує застосування протруйників у схемі стартового захисту [6]. Для насіння гороху у практиці використовують діючі речовини різних класів (FRAC-коди), зокрема тирам (FRAC M03), металаксил(-М) (FRAC 4), тіабендазол (FRAC 1), ДМІ-триазоли (FRAC 3) та їхні комбінації. Вирішальним є підбір схеми за домінуючими патогенами та ротацією механізмів дії.

Сумісність інокулянтів із насінневими протруйниками варіює: встановлено, що тирам і низка інших діючих речовин знижують виживаність ризобій на насінні та можуть пригнічувати ранню нодуляцію гороху; у частині комбінацій ефект проявляється і в полі [13, 23]. Польові дослідження на горохові також показали, що внесення металаксил-вмісних протруйників без тираму може бути прийнятнішим для симбіозу, тоді як додавання тираму частіше погіршує показники нодуляції та росту [17]. Механізми несумісності охоплюють токсичність діючих речовин і допоміжних компонентів (розчинники, ПАВ), локальні зміни рН у мікроплівці на насінні та осмотичні стреси; технологічно це нівелюють розділенням у часі (спочатку протруєння, після висихання – інокуляція в день сівби), застосуванням полімірних бар'єрів або переходом на внесення інокулянта у борозну по рядку з підвищеним титром [9, 12].

В виробничих та дослідних умовах інокуляція стабільно підсилює симбіотичну активність і, за правильно підібраним фоном живлення, підвищує урожайність і збір білка; величина ефекту залежить від сорту та густоти стояння рослин [21]. У схемах, де поєднано інокуляцію з помірними стартовими дозами мінерального живлення, зафіксовано статистично значущі прирости врожаю гороху в посушливі роки або на землях з низькою культурою землеробства [15, 27]. Агрномічна варіабельність результатів пояснюється відмінностями типів ґрунтів, сезонною погодою, попередником, нормою сівби й густотою стеблостою. Тому практичне порівняння схем «без/з інокуляцією», «без/з протруйником», «комбіновано» слід проводити з урахуванням локальної фітосанітарної ситуації й сумісності препаратів [16, 21].

Наукові дані свідчать, що інокуляція сучасними штамми *R. leguminosarum* підвищує рентабельність вирощування гороху і коефіцієнт енергетичної ефективності. Додаткові енерговитрати на біопрепарат забезпечують окупність енерговмістом додаткового врожаю, що виправдовує включення інокуляції до базової технологічної карти навіть за мінливих цін на ЗЗР і добрива [28].

Інтегрована стратегія контролю резистентності передбачає ротацію механізмів дії (за FRAC), мінімізацію повторних застосувань одного препарату та поєднання із біоконтролем. Для біологічних засобів (інокулянтів/біостимуляторів) оптимальні рекомендації щодо доказовості ефективності та безпечності наводяться в сучасних оглядах, що підтримує науково підхід до їх впровадження [15].

Логістичні перебої, регіональні зміни фітосанітарного тиску та неоднорідність ґрунтових умов підвищують ціну помилки в початкових операціях і роблять симбіотичний компонент живлення особливо важливим. Для господарств доцільним є перехід на адаптовані локальні схеми, а саме добір сумісних комбінацій протруйник та інокулянт, інокуляція проводити в день сівби або у борозну, коригування норм висіву та живлення під конкретну ґрунтово-кліматичну зону.

Алгоритм прийняття рішень включає послідовність: діагностика патогенного фону – вибір FRAC-стратегії насінневого захисту – добір форми інокулянта/носія і технології нанесення – час обробки – перевірка сумісності на невеликій

виробничій ділянці [8, 10, 11, 19].

**Висновки та пропозиції.** За результатами систематизованого аналізу вітчизняних та зарубіжних публікацій щодо інокулянтів і фунгіцидних протруйників у технології вирощування гороху сформульовано такі узагальненні наукові технологічні позиції.

Інокуляція гороху локально адаптованими штамми *Rhizobium leguminosarum* *bv. viciae* є надійним інструментом підвищення ефективності симбіотичної азотфіксації. Зростає кількість і частка ефективних бульбочок, поліпшується азотний статус рослин, що за збалансованого живлення трансформується у приріст урожайності та збору білка, особливо на полях з низькою культурою землеробства бобових і за стресових умов.

Передпосівне протруювання – базова ланка контролювання насіннево-грунтових інфекцій (*Ascochyta* spp., *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*), однак результат комбінування з інокуляцією визначається сумісністю, а саме окремі діючі речовини можуть знижувати життєздатність ризобій і пригнічувати ранню нодуляцію. Оптимум досягається технологічним розведенням у часі між протруюванням та інокуляцією, доборою сумісних або переходом на інокуляцію у рядку чи використанням полімерного покриття.

Найбільш стабільний агрономічний ефект забезпечує інтегрована схема інокуляція + сумісний насінневий захист + оптимізоване живлення, із контролем якості інокуляції. Варіабельність польових результатів зумовлена ґрунтово-кліматичними умовами, сортом і щільністю стеблостою, що вимагає локальної адаптації.

Економічна й біоенергетична доцільність інокуляції підтверджується підвищенням рентабельності та енергоефективності технології, тобто екологічна надійність – дотриманням FRAC-стратегії, мінімізацією впливу на симбіоз і охороною праці. Для умов України (у т.ч. за воєнних логістичних обмежень і локально порушених ґрунтів) пріоритетними є використання локально адаптованих штамів, удосконалені технологічні карти та господарські випробування сумісності препаратів перед масовим впровадженням.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вуйко О.М. Симбіотична активність гороху посівного залежно від сортового складу та передпосівної обробки. Аграрні інновації. 2023. 22. 20–24. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2023.22.3>.
2. Гамаюнова В.В., Єрмолаєв В.М. Урожайність зерна гороху залежно від передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. аграрні інновації. 2024. 23. 228–233. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2024.23.33>.
3. Гирка А.Д., Бочевар О.В., Малоок В.С., Сидоренко Ю.Я., Ільєнко О.В., Алексєєв Я.В. Вплив попередників, мінеральних добрив та норм висіву насіння на врожайність зерна гороху в Північному Степу України. зернові культури. 2024. 8(1). 77–83. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0314>.
4. Козар С.Ф., Халєп Ю.М., Євтушенко Т.А., Вороня О.В. Економічна та енергетична ефективність інокуляції гороху за вирощування культури в системі органічного виробництва. Сільськогосподарська мікробіологія. 2023. 38. 51–58. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.38.51-58>.
5. Лемішко С.М. Оцінка впливу інкрустації та інокуляції насіння гороху хімічними та біологічними препаратами на розміри симбіотичної фіксації за різних умов живлення. таврійський науковий вісник. 2020. № 116 (ч.1). 215–222. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.29>.

6. Лемішко С.М., Черних С.А., Пашова В.Т. Кореневі гнилі агрофітоценозів гороху в умовах Північного Степу України. Таврійський науковий вісник. 2021. 121. 58–66. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.8>.
7. Лихочвор В.В., Андрушко М.О. Продуктивність гороху залежно від сорту та норми висіву. вісник аграрної науки причорномор'я. 2020. 24(2). 63–70. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-2\(106\)-6](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-2(106)-6).
8. Ткаліч Ю.І., Козечко В.І., Шевченко С.М., Бондаренко А.С. Інкрустація насіння як фактор регулювання схожості та урожайності кукурудзи і соняшника в умовах степової зони. Таврійський науковий вісник № 143. Частина 2. 2025. С. 105–113. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.13>
9. Bashan Y., de-Bashan L.E., Prabhu S.R., Hernandez J.P. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998–2013). *Plant and Soil*. 2014. 378. 1–33. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1956-x>.
10. Bolton M.D., Thomma B.P.H.J., Nelson B.D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *molecular plant pathology*. 2006. 7(1). 1–16. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2005.00316.x>.
11. Cardarelli M., Woo S.L., Roupheal Y., Colla G. Seed treatments with microorganisms can have a biostimulant effect by influencing germination and seedling growth of crops. *plants*. 2022. 11(3). 259. <https://doi.org/10.3390/plants11030259>.
12. Deaker R., Roughley R.J., Kennedy I.R. Legume seed inoculation technology – A review. *Soil Biology and Biochemistry*. 2004. 36(8). 1275–1288. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.04.009>.
13. Dunfield K.E., Siciliano S.D., Germida J.J. The fungicides thiram and captan affect the phenotypic characteristics of *Rhizobium leguminosarum* strain C1 as determined by FAME and Biolog analyses. *Biology and Fertility of Soils*. 2000. 31(3). 303–309. <https://doi.org/10.1007/s003740050660>.
14. Goyal R.K., Mattoo A.K., Schmidt M.A. Rhizobial–host interactions and symbiotic nitrogen fixation in legume crops toward agriculture sustainability. *frontiers in microbiology*. 2021. 12. 669404. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.669404>.
15. Huang J., Chang G., Jones C., Gan Y. Efficacy of starter N fertilizer and rhizobia inoculant in dryland field pea. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2017. 63(4). 413–422. <https://doi.org/10.1080/00380768.2017.1315834>.
16. Huang J., Gan Y., Lupwayi N., Hao X., Selles F. Efficacy of starter N fertilizer and rhizobia inoculant in dry pea in a semi-arid environment. *soil science and plant nutrition*. 2017. 63(3). 264–273. <https://doi.org/10.1080/00380768.2017.1315834>.
17. Kutcher H.R., Brandt S.A., Smith E.G., Ulrich D., Malhi S.S., Johnston A.M., Lafond G.P. Rhizobium inoculant and seed-applied fungicide effects on field pea production. *Canadian Journal of Plant Science*. 2002. 82(4). 645–651. <https://doi.org/10.4141/P01-180.4>
18. Kutcher H.R., Brandt S.A., Smith E.G., Ulrich D., Malhi S.S., Johnston A.M., Nye B. Rhizobium inoculant and seed-applied fungicide effects on field pea production. *canadian journal of plant science*. 2002. 82(4). 645–651. <https://doi.org/10.4141/P01-180>.
19. Lemishko, S., Kharytonov, M., Pashova, V., & Tkalich, Y. (2023). The impact of the pea seed treatments with bio-fertilizers and bio-agents on the level of plant nitrogen symbiotic fixation. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 66(2), 302–309.
20. Lepetit M., Brouquisse R. Control of the rhizobium–legume symbiosis by the plant nitrogen demand is tightly integrated at the whole plant level and requires inter-organ systemic signaling. *Frontiers in Plant Science*. 2023. 14. 1114840. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1114840>.
21. Lykhochvor V.V., Andrushko M.O. Pea productivity depending on variety and sowing rate. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2020. 24(2). 54–62. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1114840>.

doi.org/10.31521/2313-092X/2020-2(106)-6.1

22. Rathjen J.R., Ryder M.H., Lai T.V., Brand J., Riley I.T., Denton M.D. The impact of fungicides with contrasting toxicities to rhizobia on the growth and nodulation of pulses in southern Australia. *crop and pasture science*. 2025. 76(9). <https://doi.org/10.1071/CP24381>.

23. Rathjen J.R., Ryder M.H., Riley I.T., Lai T.V., Denton M.D. Impact of seed-applied pesticides on rhizobial survival and legume nodulation. *Journal of Applied Microbiology*. 2020. 129(2). 389–399. <https://doi.org/10.1111/jam.14602.3>

24. Rathjen J.R., Ryder M.H., Riley I.T., Lai T.V., Denton M.D. Impact of seed-applied pesticides on rhizobial survival and legume nodulation. *journal of applied microbiology*. 2020. 129(2). 389–399. <https://doi.org/10.1111/jam.14602>.

25. Rouphael Y., Colla G. Biostimulants in agriculture. *frontiers in plant science*. 2020. 11. 40. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>.

26. Santos M.S., Rodrigues T.F., Nogueira M.A., Hungria M. The challenge of combining high yields with environmentally friendly bioproducts: a review on the compatibility of pesticides with microbial inoculants. *agronomy*. 2021. 11(5). 870. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050870>.

27. Siczek A., Lipiec J., Wielbo J., Kidaj D., Szarlip P. Symbiotic activity of pea (*Pisum sativum*) after application of Nod factors under field conditions. *International Journal of Molecular Sciences*. 2014. 15(5). 7344–7351. <https://doi.org/10.3390/ijms15057344>.

28. Yakhin O.I., Lubyaynov A.A., Yakhin I.A., Brown P.H. Biostimulants in plant science: a global perspective. *Frontiers in Plant Science*. 2017. 7. 2049. 12

29. Yakhin O.I., Lubyaynov A.A., Yakhin I.A., Brown P.H. Biostimulants in plant science: a global perspective. *frontiers in plant science*. 2017. 7. 2049. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>.

30. 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. 14(5). 1004. <https://doi.org/10.3390/agronomy14051004>.

Дата першого надходження рукопису до видання: 10.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 635.657:631.53.027]:631.811.98  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.18>

## ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ *CICER ARIETINUM* L. ЗА ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН

**Шевчук О.А.** – к.б.н., доцент,  
доцент кафедри біології,

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського  
[orcid.org/0000-0003-3727-9239](https://orcid.org/0000-0003-3727-9239)

**Ткачук О.О.** – к.б.н., доцент,  
доцент кафедри біології,

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського  
[orcid.org/0000-0002-6649-7975](https://orcid.org/0000-0002-6649-7975)

**Василінич Т.М.** – к.т.н., доцент,

доцент кафедри хімії та методики навчання хімії,

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського  
[orcid.org/0000-0002-7148-9312](https://orcid.org/0000-0002-7148-9312)

У технологічному процесі використання препаратів рістрегулюючої дії є перспективним методом для підвищення показників урожайності сільськогосподарських культур. Серед зернобобових рослин нут звичайний виокремлюють як цінну продовольчу та кормову культуру, яка відіграє важливе значення у сівозміні, оскільки здатна збагачувати ґрунт азотом і бути хорошим попередником для зернових культур. Нут добре адаптований до умов посушливого клімату. З усіх зернобобових він має найвищу посухо- і жаростійкість, що обумовлено високим осмотичним тиском клітинного соку листків, підвищеним вмістом у тканинах зв'язаної води, що покращує стійкість рослин до в'янення. Це призводить до пошуку альтернативних заходів та вдосконалення агротехнологій його вирощування. Метою досліджень було встановлення впливу передпосівної стимуляції насіння регуляторами росту і розвитку рослин на продуктивність нуту сорту Тріумф. У статті подано результати дворічних польових та лабораторних досліджень щодо впливу різних препаратів стимулюючої дії – Марсу-EL, Гумату Калію, Бінітро Нуту та Ендوفіту L1 на продуктивність нуту звичайного. За результатами досліджень було встановлено, що дія рістрегулюючих препаратів на енергію проростання та лабораторну схожість насіння нуту звичайного визначалася видом препарату. За передпосівної обробки насіння препаратами стимулюючої дії Бінітро Нутом та Гуматом Калію відмічено найкращий ефект. Зростання інтенсивності проростання насіння виявлено і при інкрустації насіння препаратом Марс EL. Використання регулятора росту рослин Ендوفіту L1 було неефективним. Дружність проростання насіння була найбільшою у варіантах із використанням для передпосівної обробки насіння регуляторів росту Бінітро Нуту та Гумату Калію, де показник зростав на 4,1% та 3,6% відповідно у порівнянні з контролем. Встановлено, що урожайність рослин нуту зростала за використанням таких рістрегулюючих препаратів, як Бінітро Нут, Гумат Калію та Марс EL на 73,4%, 39,5% та 8,9% відповідно, порівняно з контрольним варіантом. Проте застосування препарату Ендوفіту L1 викликало зниження показника урожайності на 3,2% порівняно з контролем.

**Ключові слова:** регулятори росту рослин, проросток, схожість, енергія проростання, урожайність, нут звичайний (*Cicer arietinum* L.).

**Shevchuk O.A., Tkachuk O.O., Vasylynych T.M. Formation of Productivity in *Cicer arietinum* L. under the Use of Plant Growth and Development Regulators**

The use of plant growth-regulating substances in technological processes is a promising method for increasing the yield performance of agricultural crops. Among leguminous plants, chickpea (*Cicer arietinum* L.) is distinguished as a valuable food and feed crop that plays an important role in crop rotation, as it enriches the soil with nitrogen and serves as an excellent precursor for cereal crops. Chickpea is well adapted to arid climatic conditions and exhibits the highest drought and heat resistance among grain legumes. This is attributed to the high osmotic pressure of leaf cell sap and the increased content of bound water in plant tissues, which enhances resistance to wilting. These features determine the need to search for alternative approaches and improve the agrotechnologies used in its cultivation. The aim of the research was to determine the effect of pre-sowing seed stimulation with plant growth and development regulators on the productivity of the chickpea cultivar 'Triumph'. The paper presents the results of two years of field and laboratory experiments investigating the impact of various growth-stimulating preparations – Mars-EL, Potassium Humate, Binitro Nut, and Endophyte L1 – on the productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.). According to the results, the influence of growth regulators on seed germination energy and laboratory germination depended on the type of preparation used. The most pronounced positive effects were observed with pre-sowing treatment of seeds using Binitro Nut and Potassium Humate. An increase in germination intensity was also noted when seeds were coated with Mars-EL. In contrast, the application of Endophyte L1 proved ineffective. The uniformity of seed germination was highest in the treatments with Binitro Nut and Potassium Humate, where this indicator increased by 4.1% and 3.6%, respectively, compared with the control. It was established that chickpea yield increased with the use of the growth regulators Binitro Nut, Potassium Humate, and Mars-EL by 73.4%, 39.5%, and 8.9%, respectively, in comparison with the control treatment. However, the use of Endophyte L1 resulted in a 3.2% decrease in yield compared with the control.

**Key words:** plant growth regulators, seedling, germination, germination energy, yield, chickpea (*Cicer arietinum* L.).

**Постановка проблеми.** Зниження урожайності зернобобових культур у світі та, зокрема в Україні, викликане умовами глобального потепління клімату Землі. Тому значну цінність має посухо- та жаростійка культура нуту, яка відіграє суттєве значення у сівозміні, оскільки здатна збагачувати ґрунт азотом і бути хорошим попередником для зернових культур [1]. У насінні нуту містяться збалансовані за амінокислотним складом білки. За кількістю основних незамінних амінокислот – метіоніну та триптофану – нут перевершує інші бобові культури. За смаковими та харчовими якостями насіння нуту близьке до гороху, але показники їхньої розварюваності дещо нижчі [2]. У надземній масі (стеблах і листках) нуту міститься багато яблучної та щавлевої кислоти. Зелена маса та солома згодуються тваринам.

У європейських країнах прослідковується стале зростання площ посівів нуту, а це вказує на вагомі переваги цієї культури і зростаючий її попит на європейському ринку. Однак, в Україні площі посівів знизилися через бойові дії на півдні країни [3], технологічні бар'єри, а також складнощі та перепони із засобами захисту рослин.

Використання фізіологічно активних речовин, які надають регуляторну дію на ріст, розвиток та зміну багатьох метаболічних процесів у рослин і призводять до посилення їхніх адаптивних властивостей по відношенню до несприятливих факторів зовнішнього середовища, є важливим резервом підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [4, 5]. Тому актуальним залишається питання формування продуктивності сучасних сортів нуту за дії регуляторів росту та розвитку рослин (РРРР).

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Регулятори росту рослин мають досить широке використання у рослинництві й здатні підвищувати урожайність

сільськогосподарських культур. Вплив рістрегулювальних препаратів ґрунтується на зміні під їх дією рівня ендогенних гормонів, що визначають характер ростових процесів [6].

У низці літературних джерел повідомляється про стимулюючий ефект регуляторів росту на морфогенез рослин та посівні якості насіння, який виявлений на різних зернобобових культурах, що дозволяє застосовувати ці препарати в агротехнологіях для підвищення польової схожості, регуляції ростових процесів та зростання продуктивності агроценозів [7, 8]. О.О. Ходаніцькою та ін. [9] було досліджено, що передпосівна обробка насіння сочевиці та квасолі комплексними стимуляторами росту – агростимуліном та реастимом активувала процеси проростання насіння. У дослідних рослин підвищувалися показники лабораторної схожості насіння та енергії проростання. У досліді О. М. Данильченко, А. О. Бутенко і М. В. Радченко [10] встановлено, що під час передпосівної обробки насіння препаратами Ризогуміном і Поліміксобактерином відбувалося зростання урожайності зерна сочевиці на 38,4%. Про посилення ростових процесів, зростання показників насінневої продуктивності на 1,4–2,1 ц/га та активацію утворення і функціонування соєво-ризобіального симбіозу на основі аборигенних популяцій *Bradyrhizobium japonicum* рослин сої культурної за використання рістрегулюючих препаратів регопланту і стимпо вказується у дослідженнях Конончука О. Б. та Пиди С. В. [11]. О. С. Чинчик [12] стверджує, що за передпосівної інокуляції насіння гороху різних сортів Ризобіотом був відмічений приріст їхньої урожайності на 0,13–0,32 т/га, а при сумісному їх використанні – на 0,20–0,28 т/га. К. С. Небаба [13] дослідив, що за удобрення рослин гороху у дозах  $N_{30}P_{30}K_{45}$  у комплексі з використанням стимулюючих препаратів Емістиму С та Вимпелу зростала урожайність у сортів Готівський, Чекбек та Фаргус. Дослідженнями В. В. Шевчук [14] встановлено, що найвищі показники урожайності насіння гороху озимого сортів НС Мороз і Ендуро було отримані за комплексної передпосівної обробки насіння РР Ендофітом–L1 РК та бактеріальним препаратом БТУ–р при дворазовому підживленні рослин добривами LF–БОБОВІ (1,5 л/га) та LF–БОБОВІ (2,5 л/га) + Біобор 140 (1,0 л/га), при цьому приріст врожайності у сортів зростав на 1,09 та 0,96 т/га відповідно. Учені Л. В. Король та О. І. Присяжнюк [15] виявили позитивний вплив мінеральних добрив та сумісного застосування регуляторів росту Біовіт + Регоплант на вміст сирого протеїну та збір білка з гектара – для сортів Улюбленець – 0,70 т/га та Юлій – 0,71 т/га. Дослідження щодо ефективності біологічно активних речовин під час вирощування нуту висвітлені у працях І. В. Непран, Т. А. Романової Т. А. та О. В. Романова [16], А. Багана, С. Шакалія С. та ін. [17].

**Мета досліджень.** Метою досліджень було встановлення впливу передпосівної стимуляції насіння регуляторами росту і розвитку рослин на продуктивність нуту сорту Тріумф.

**Матеріали та методи досліджень.** Об'єктом дослідження був нут звичайний сорту Тріумф. Досліджували вплив передпосівної обробки насіння рістрегулюючими препаратами Марсом-EL (0,2 л/т), Гуматом Калію (1 л/т), Бінітро Нутом (7 л/т) та Ендофітом L1 (0,05 л/т).

Оцінку продуктивності нуту звичайного проводили як в умовах лабораторного, так і польових дослідів. Дослідження здійснювали протягом 2023–2024 рр. у польовій сівозміні, де попередником була озима пшениця, на сірому лісовому середньо-суглинковому ґрунті.

Посівну якість насіння досліджували із чистої фракції (по 50 штук). На третю добу визначали показники енергії проростання, а на сьому добу – схожість [18]. Насіння замочували у водних розчинах рістрегулюючих препаратів. Контрольним варіантом була дистильована вода. Пророщування проводили у термостаті при температурі 20°C у чашках Петрі. Субстратом слугував фільтрувальний папір. Кожний варіант включав 6 повторностей.

Показник дружності проростання обчислювали за формулою:

$$D=B/S,$$

де: D – дружність проростання, %; B – кінцева схожість насіння, %; S – кількість діб проростання [19].

Ваговим методом визначали маси бобів на одній рослині. Для визначення маси 1000 насінин без вибирання прораховували два повтори по 500 насінин і зважували їх з точністю до однієї сотої грама. Третій повтор проводили у випадку фактичної розбіжності, яка перевищувала допустиму [20]. Аналіз урожайності насіння проводилася на обліковій частині ділянок методом суцільного збирання та зважуванням насіння кожної ділянки з наступним визначенням вологості та засміченості.

Результати досліджень оброблені статистично з використанням методу аналізу з порівнянням середніх арифметичних та значущості різниці між ними із використанням спеціальних пакетів прикладних програм типу Excel, Statistika на персональному комп'ютері.

**Результати досліджень.** У ході дослідження було встановлено, що передпосівна обробка насіння нуту сорту Тріумф рістрегулюючими препаратами Марсом-EL, Гуматом Калію, Бінітро Нутом та Ендофітом L1 призводила до покращення посівних характеристик насіння (табл. 1).

Таблиця 1

### Вплив регуляторів росту та розвитку рослин на посівні якості насіння нуту сорту Тріумф

Варіанти	Енергія проростання		Лабораторна схожість		Дружність проростання	
	%	± % до контролю	%	± % до контролю	%	± % до контролю
Контроль	79	–	82	–	28,9	–
Ендофіт L1	79	0	87	+5	30,0	+1,1
Гумат Калію	86	+7	93	+11	32,5	+3,6
Бінітро Нут	91	+12	96	+14	33,0	+4,1
Марс EL	83	+4	90	+8	31,1	+2,2

Застосовані регулятори росту рослин (PPP) підвищували енергію проростання насіння нуту. Так, за передпосівної обробки насіння препаратом Бінітро Нут показник енергії проростання зростав на 12,0%, за дії Гумату Калію – на 7,0% та за використання PPP Марсу EL – на 4,0% у порівнянні з контрольним варіантом. Варто зазначити, що за впливу стимулюючого препарату Ендофіту L1 достовірного підвищення енергії проростання насіння нуту не виявлено.

Аналогічна тенденція спостерігалася під час дослідження дії рістрегулюючих препаратів на величину лабораторної схожості насіння нуту. Однак відмінності по досліджуваних варіантах тут проявилися краще, відносно енергії проростання. За інкрустації насіння препаратом Бінітро Нутом зростала лабораторна схожість насіння на 14,0%, за дії регуляторів росту рослин Гумату Калію та Марсу EL – на 11,0% та 8,0% відповідно порівняно з контролем. Стимулюючий препарат Ендофіт L1 проявив менший вплив на інтенсивність ростових процесів, порівняно з іншими регуляторами росту рослин. Лабораторна схожість насіння за його дії зростала на 5,0%, порівняно з контрольним варіантом.

Відомо, що такі показники посівної якості насіння, як енергія проростання та схожість проявляють неабиякий вплив на дружність сходів, а у подальшому на формування рослинного організму, а також процеси диференціації та виникнення генеративних органів, що у кінцевому результаті впливає на продуктивність посіву в цілому [21].

Нашими дослідженнями встановлено, що регулятори росту рослин сприяли більш дружньому проростанню насіння нуту. Під час інкрустації насіння PPP Бінітро Нутом, Гуматом Калію та Марсом EL дружність проростання зростала на 4,1%, 3,6% та 2,2% відповідно порівняно з контролем. Найменший ефект цього показника відмічено за дії препарату Ендофіт L1 (+1,1%).

Урожайність та параметри якості насіння є важливими складовими сільськогосподарських культур під час характеристики дії будь-якого препарату рістрегулюючої дії. Дослідженнями встановлено, що у варіантах досліду з насінням нуту культурного, яке було інкрустоване PPP Гуматом Калію, Бінітро Нутом та Марсом EL, виявлено перевищення, порівняно з контрольним варіантом, за показниками: кількість бобів та насінин на одній рослині, маса бобів з однієї рослини та маса 1000 насінин (табл. 2).

Таблиця 2

**Дія регуляторів росту та розвитку рослин на показники урожайності нуту сорту Тріумф у польових умовах (середнє за 2023-2024 рр.)**

Варіанти	Кількість бобів на одній рослині, шт.	Маса бобів на одній рослині, г	Кількість насінин на одній рослині, шт.	Маса 1000 насінин, г	Урожайність, ц
Контроль	20,86±1,02	12,53±0,45	22,66±1,05	419,73±19,11	12,4
Ендофіт L1	19,50±0,62	11,36±0,63	19,16±0,58*	410,93±24,58	12,0
Гумат Калію	29,93±1,59*	15,93±0,54*	25,73±1,16*	503,70±23,38*	17,3
Бінітро Нут	34,93±1,31*	16,86±0,40*	29,71±1,17*	482,62±9,79*	21,5
Марс EL	21,10±1,04	13,83±0,45*	23,84±1,01*	421,93±22,11	13,5

Примітка: \* – різниця між контролем і дослідом достовірна для  $P \leq 0,5$

При цьому кількість бобів на одній рослині була більшою у досліджуваних рослин, насіння яких було оброблене рістрегулюючими препаратами: Бінітро Нутом, Гуматом Калію та Марсом EL на 67,4%, 43,5% та 1,2% відповідно; за винятком варіанту з використанням Ендофіту L1, де показник був нижчим на 6,5 %, порівняно з контрольним варіантом.

Аналогічна тенденція зберігалася при аналізі показників маси бобів на одній рослині, кількості насінин на одній рослині та маси 1000 насінин. Так, за дії

препарату Бінітро Нуту маса бобів на одній рослині, кількість насінин на одній рослині та маса 1000 насінин зростали на 34,6%, 31,1% та 15,0% відповідно. За передпосівної обробки насіння нуту PPP Гуматом Калію і Марсом EL показники зростали на 27,1%, 13,5% та 20,0% і 10,4%, 5,2% та 0,5% відповідно, а використання препарату Ендوفіту L1 призводило до зниження цих показників на 9,3%, 15,4% та 2,1% відповідно порівняно з контролем.

Досліджено, що врожайність рослин нуту культурного сорту Тріумф зростала за використання таких рістрегулюючих препаратів, як Бінітро Нут, Гумат Калію та Марс EL на 73,4%, 39,5% та 8,9% відповідно, порівняно з контрольним варіантом. Проте застосування препарату Ендوفіту L1 викликало зниження показника урожайності на 3,2% у порівнянні з контролем.

**Висновки.** Дія стимулюючих препаратів на енергію проростання та лабораторну схожість насіння нуту сорту Тріумф визначалася видом препарату. За інкрустації насіння PPP Бінітро Нутом та Гуматом Калію відмічено найкращий ефект. Покращення інтенсивності проростання насіння виявлено і при використанні препарату Марсу EL, проте у варіанті із застосуванням Ендوفіту L1 показник енергії проростання був на рівні контрольного варіанту, а величини лабораторної схожості зростала на 5,0%.

Рекомендовано при вирощуванні нуту сорту Тріумф для підвищення урожайності культури здійснювати передпосівну інкрустацію насіння рістрегулюючими препаратами: Бінітро Нутом, Гуматом Калію та Марсом EL.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Січкач В. І., Лаврова Г. Д., Колояніді Н. О., Джус Т. О. Нут – перспективне джерело харчового білка. *Journal of Native and Alien Plant Studies*. 2023. № 19. С. 172–193. <https://doi.org/10.37555/2707-3114.19.2023.295154>
2. Томашевська О. А. Виробництво нуту як один із напрямів нішевої диверсифікації агробізнесу. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 59. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-94>
3. Сидякіна О.В., Гамаюнова В.В. Світові тенденції виробництва нуту: досвід регіонів та перспективи України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 141(2). С. 83–91. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.12>
4. Khodanitska O., Shevchuk O., Tkachuk O., Kuryata V., Polyvani S., Matviichuk O., Kryklyvyy R. The Influence of Growth Regulators on the Productivity of Flax Plants. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. Vol. 24. Issue 5. Pp. 163–169. <https://doi.org/10.12912/27197050/165899>
5. Vasylynych T., Khodanitska O., Shevchuk O., Tkachuk O., Valchuk O. Environmentally Safe Increase in Productivity of Amaranth under the Action of Growth Stimulants. *Advances in Science and Technology*. 2025. Vol. 162. Pp.143–148. <https://doi.org/10.4028/p-zJi9XT>
6. Цимбал В. А., Соколовська І. А. Ефективне використання екологічних стимуляторів росту рослин. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур* : тези доп. VI Міжнар. наук.-практ. Конф. молодих вчених (29 березня 2018 р., м. Київ). Вінниця : Нілан-ЛТД, 2018. С. 155–156.
7. Ткачук О. О., Шевчук О. А. Перспективи використання регуляторів росту рослин стимулюючої дії. *Актуальні питання географічних, біологічних та хімічних наук: основні наукові проблеми та перспективи дослідження* : зб. наук. праць ВДПУ. Вінниця. 2018. С. 46–48.
8. Пида С. В., Конончук О. Б., Тригуба О. В., Гурська О. В. Ефективність застосування мікробіологічних препаратів Ризобіфіт та Ризогумін за біометричними показниками бобів (*Faba bona Medic*). *Агробіологія*. 2021. № 1. С. 115–121. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-163-1-115-121>

9. Ходаницька О. О., Шевчук О. А., Ткачук О. О. Вплив стимуляторів росту на проростання бобових культур. *International scientific journal «Grail of Science»*. 2021. № 7 С. 125–130. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.27.08.2021.021>
10. Данильченко О. М., Бутенко А. О., Радченко М. В. Продуктивність сочевиці залежно від інокуляції насіння та мінерального живлення в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 19–22. <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2020-2-19-22>
11. Конончук О. Б., Пида С. В. Вплив регуляторів росту рослин регоплант і стимуло на фізіологічні показники і продуктивність сої культурної. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. Т. 50. № 1. С. 59–65.
12. Чинчик О. С. Вплив обробки насіння біопрепаратами на тривалість вегетаційного періоду та урожайність сортів гороху. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 74–78.
13. Небаба К. С. Продуктивність гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив і регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Зрошуване землеробство : міжв. тем. наук. зб. Херсон, 2020. Вип. 74. С. 65–68. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.74.10>*
14. Шевчук В. В. Формування урожайності та якості зерна сортів гороху озимого залежно від елементів системи удобрення та передпосівної обробки насіння в умовах Лісостепу Правобережного : дис. ... д-ра філософії : 201 Агронімія 20 Аграрні науки та продовольство. Вінниця, 2023. 310 с.
15. Король Л. В., Присяжнюк О. І. Формування фотосинтетичного апарату гороху залежно від впливу добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 121–127.
16. Непран І. В., Романова Т. А., Романов О. В. Ефективність біологічно активних речовин під час вирощування нуту. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 122. С. 98–106. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.14>
17. Bahan A., Shakalii S., Yurchenko S., Marenych M., Mykhailenko H. The effect of humic growth stimulants on the productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties. *Scientific Horizons*. 2014. Vol. 27. Issue 7. Pp. 53–61. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2024.53>
18. ДСТУ 4138-2002 Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. URL : [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=91465](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=91465)
19. Баган А. В., Шакалій С. М., Юрченко С. О., Четверик О. О. Формування посівних якостей насіння зернобобових і зернових культур. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 7–11. <https://doi.org/10.32848/agar.innov.2023.19.1>
20. Нагорний В. І. Пат. 44315 Україна, МПК (2009) А01С 1/00. Спосіб визначення маси 1000 насінин сої, гороху і вики. Ін-т кормів УААН. № u 200905203; заявл. 25.05.2009; опубл. 25.09.2009, Бюл. № 18.
21. Баган А. В., Шакалій С. М., Барат Ю. М. Формування насінневої продуктивності нуту залежно від сорту та інокуляції насіння. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 14–21. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.2>

Дата першого надходження рукопису до видання: 11.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

UDC 633.15:631.527:581.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.19>

## ANALYSIS OF WAX AND SUGAR CORN HYBRIDS FOR RESISTANCE TO ADVERSE ENVIRONMENTAL FACTORS

**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](https://orcid.org/0009-0002-8239-4244)

**Zhukova L.V.** – PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor at the B.M. Litvinov Department of Zoology, Entomology, Phytopathology, Integrated protection and Quarantine of Plants, State Biotechnological University  
[orcid.org/0000-0003-1549-8019](https://orcid.org/0000-0003-1549-8019)

**Stankevich S.V.** – PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor at the B.M. Litvinov Department of Zoology, Entomology, Phytopathology, Integrated protection and Quarantine of Plants, State Biotechnological University  
[orcid.org/0000-0002-8300-2591](https://orcid.org/0000-0002-8300-2591)

*Increased yields and improved quality indicators of agricultural products can be achieved by implementing two key strategies: breeding new or optimal selection of existing hybrid forms, as well as improving the technological processes of crop cultivation. At the current stage of development of agricultural production, the selection of hybrids that meet the basic requirements of the producer for yield and resistance to adverse environmental factors is the most economically feasible and affordable agrotechnical measure for agricultural enterprises. It is a well-known fact that in production conditions it is impractical to give preference to corn hybrids of one selection or resistance group. To limit the negative impact of weather conditions during the growing season of corn, it is necessary to select hybrids of different maturity groups, which recommended for a specific growing area. Regardless of the conditions during the growing season of corn, Ukrainian hybrids were not inferior to foreign hybrids in terms of economic indicators. In the article, the authors analyzed hybrids of waxy and sweet corn, listed in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2025. Hybrids are grouped according to their response to negative environmental factors, including drought and disease, and potential yield when technological processes are followed during corn cultivation. The vast majority of waxy corn hybrids included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2025 are of Ukrainian selection, and sugar corn hybrids are of foreign selection. All declared waxy corn hybrids have high resistance to major diseases and medium resistance to stem borer. Registered sweet corn hybrids have varying degrees of resistance to major diseases: fusarium wilt, smut, and bacteriosis. Among sweet corn hybrids, the Ukrainian-selected Evgeliya is resistant to the main diseases (smut and blister smut, bacteriosis and fusarium wilt). The Xanadu hybrid has very low resistance to smut and blister smut and fusarium wilt, at the level of 2 points. At the same time, it has an average resistance to bacteriosis – 7 points. The resistance to diseases in the remaining sweet corn hybrids was average.*

**Key words:** corn, hybrid, disease, yield, resistance, drought.

**Шишкін Б.М., Жукова Л.В., Станкевич С.В. Аналіз гібридів воскової та цукрової кукурудзи на стійкість до несприятливих чинників навколишнього середовища**

*Зростання врожайності та покращення якісних показників сільськогосподарської продукції можуть бути досягнуті шляхом реалізації двох ключових стратегій: селекції нових*

© Shyshkin B.M., Zhukova L.V., Stankevich S.V., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

*або оптимального добору вже наявних гібридних форм, а також удосконалення технологічних процесів вироцвання культур. На сучасному етапі розвитку аграрного виробництва підбір гібридів, які відповідають основним вимогам виробника по урожайності та стійкості до несприятливих чинників навколишнього середовища є найбільш економічно доцільним і доступним агротехнічним заходом для сільськогосподарських підприємств. Відомим є той факт, що у виробничих умовах віддавати перевагу гібридам кукурудзи однієї селекції або групи стійкості є недоцільно. Щоб обмежити негативну дію погодних умов вегетаційного періоду кукурудзи слід підбирати гібриди різних груп стиглості, які рекомендовані для конкретної зони вироцвання. Незалежно від умов в період вегетації кукурудзи гібриди української селекції за господарськими показниками не поступалися іноземним гібридам. У статті авторами проаналізовано гібриди кукурудзи восковидної та цукрової, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні на 2025 рік. Згруповано гібриди за їх реакцією на негативні чинники навколишнього середовища, зокрема посуху та хвороби і потенційною врожайністю при дотриманні технологічних процесів під час вироцвання кукурудзи. Переважна більшість гібридів восковидної кукурудзи, що перебувають у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2025 рік є української селекції, а цукрової – іноземної. Всі заявлені гібриди восковидної кукурудзи володіють високою стійкістю до основних хвороб та середньою стійкістю до стеблового метелика. Зареєстровані гібриди цукрової кукурудзи в різній мірі володіють стійкістю до основних хвороб: летючої та пухирчастої сажок, фузаріозу качана та бактеріозу. Серед гібридів цукрової кукурудзи стійким до основних хвороб (летючої та пухирчастої сажок, бактеріозу та фузаріозу) є Євгелія української селекції. Дуже низькою стійкістю до летючої та пухирчастої сажок і фузаріозу, на рівні 2 балів, володіє гібрид Ксанаду. В той же час він володіє середньою стійкістю до бактеріозу – 7 балів. Стійкість до хвороб у решти гібридів цукрової кукурудзи була середньою.*

**Ключові слова:** кукурудза, гібрид, хвороба, урожайність, стійкість, посуха.

**Statement of the problem.** The resistance of corn hybrids to diseases is one of the key factors in stable grain production and improving its quality. Corn diseases caused by fungi, bacteria and viruses lead to crop thinning, reduced yields, deterioration of the technological properties of grain and complications of mechanized harvesting [1, p. 124; 6, p. 151–161].

The use of resistant hybrids allows you to reduce crop losses without additional costs for chemical protection, reduce the pesticide load on the agroecosystem, and increase the environmental safety of production. Genetic resistance to common diseases, such as helminthiasis, blister smut, stem and root rots, ensures the formation of highly productive crops even under adverse environmental conditions [2, p. 279–288].

The possibility and effectiveness of combining high yield and resistance to pests and diseases in one genotype evidenced by the results of Kolisnyk O.M.'s research on the correlation study of the inheritance of yield and resistance to pests of simple hybrids depending on their parental forms [3, p. 71–75].

According to the results of many years of research, the total yield shortfall of corn hybrids caused by diseases and pests is on average 30,9 % [4, p. 370–374].

The introduction of corn hybrids with comprehensive disease resistance into production is a strategic direction of modern breeding, which contributes to increasing the efficiency and sustainability of agricultural production [7, p. 150–159].

**Materials and research methodology.** Materials from our own research, the state register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine for 2025, and the information and reference system “Varieties” analyzed and applied.

**Results and discussion.** The State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2025 (as of September 15) includes 10 hybrids of waxy corn [5]. If we analyze them by country of origin, the vast majority, or 6 hybrids, are of Ukrainian selection, 3 hybrids are from the USA, and 1 is from France.

In the information and reference system “Sort” there are characteristics of only six of them. They are distributed as follows in terms of disease resistance: all of them have high resistance to blister smut (at the level of 8-9 points). Hybrid P0200VX has high resistance (8 points) to bacteriosis, flying sooty mold and fusarium head blight. Hybrids P9074E and DKS4590VX are resistant to stem rot (9 points), have high resistance (8-9 points) to helminthiasis (Table 1).

Table 1  
**Indicators of resistance of waxy corn hybrids to adverse factors according to the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2025**

Resistance index to, point	DKS4590VX	P0200VX	P8012E	P9074E	P9718E	PR38A75
drought	8	8	8	8	7,7	9
lying down	9	-	9	9	9	9
stem rot	9	-	-	9	-	-
helminthosporiosis	9	-	-	8	-	-
fusariosis	-	8	-	-	-	-
bacteriosis	-	8	-	-	-	-
corn smut	8	8	8	8	9	9
head smut	-	8	-	-	-	-
stem butterfly	7	-	-	7	-	-

In addition to disease resistance, registered waxy corn hybrids have high resistance to drought (7-9 points) and lodging (9 points).

There are also 57 sweet corn hybrids in the register. If we analyze them by country of origin, the vast majority (more than 90 %) are of foreign selection (Fig. 1). The largest number of hybrids (16) originate from the USA. Slightly fewer – 14 and 13 hybrids – from Turkey and the Netherlands, respectively. Three hybrids each originate from Australia, Germany and Ukraine. Only one hybrid each – from Switzerland, Romania and Poland.

The information and reference system “Sort” contains information on the resistance of 36 sweet corn hybrids to diseases. Registered hybrids have varying degrees of resistance to the main diseases: flying and blister smut, fusarium head blight, and bacteriosis. The resistance of hybrids varies in a wide range – from 2 to 9 points (Table 2).

Resistant to the mentioned diseases (9 points) is the hybrid Evgeliya of Ukrainian selection, registered in 2025. Relatively resistant (8-9 points) are the hybrids DMS Jasmine and DMS Shafran of Ukrainian selection. The American hybrid Xanadu has the lowest resistance to diseases: 2 points to fungal diseases and 7 points to bacteriosis. The remaining hybrids had average resistance to major corn diseases.

**Conclusions.** Most of the waxy corn hybrids included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2025 (as of September 15) are of Ukrainian selection, and the sugar corn hybrids are of foreign selection.

All declared waxy corn hybrids have high resistance to major diseases – at the level of 8-9 points and average resistance to stem borer – at the level of 7 points.

Among sweet corn hybrids, the Ukrainian-selected Evgeliya is resistant to the main diseases (smut and blister smut, bacteriosis and fusarium wilt). The Xanadu hybrid has very low resistance to smut and blister smut and fusarium wilt, at the level of 2 points. Disease resistance in the remaining sweet corn hybrids was average.

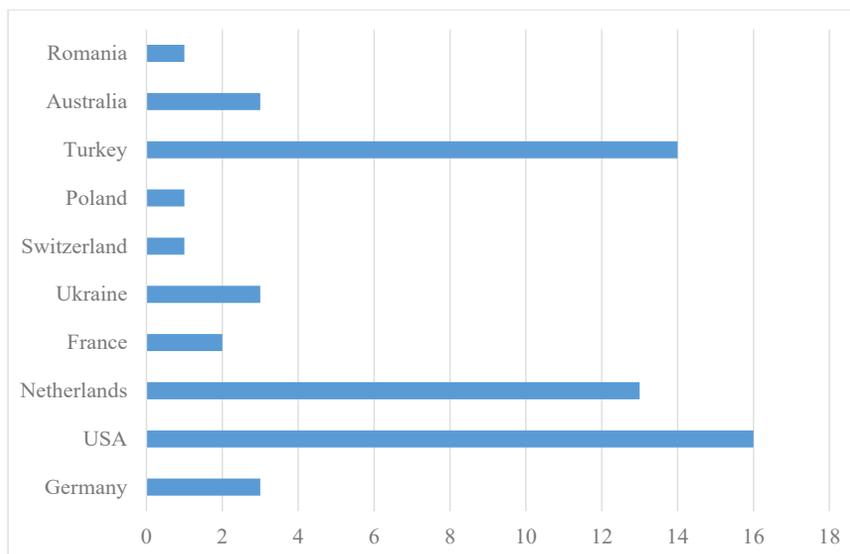


Fig. 1. Countries of origin of sweet corn hybrids included in the variety register as of September 15, 2025

Table 2

**Indicators of resistance of sweet corn hybrids to adverse factors according to the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2025**

№	Hybrids	Resistance index to, point			
		corn smut	head smut	bacteriosis	fusariosis
1	2	3	4	5	6
1	BARON	6	5	5	6
2	Baha	5	6	5	5
3	Braveheart	7	7	7	7
4	BSS1075	7	9	8	7
5	W448RMN	7	7	7	7
6	GLACIAL	7	9	8	7
7	Gia	7	7	7	7
8	DMS Zhasmin	8	9	8	8
9	DMS Shafran	8	8	9	8
10	DRIVER	7	7	3	3
11	DRIVER R	7	7	7	7
12	Yevheliia	9	9	9	9
13	ZHY1253OZ	9	9	8	9
14	ZHY3278OY	4	6	6	6
15	CUMBERLAND	5	6	5	6
16	Caramelo	5	5	6	5
17	KETAMA	7	7	6	6

Table 2 (Continued)

1	2	3	4	5	6
18	Xanadu	2	2	7	2
19	LISKAM	7	5	6	6
20	MAYBICO	6	5	5	5
21	Maysu	5	5	5	6
22	Macaron	6	5	5	5
23	Megaza	7	6	7	7
24	Mirza	7	5	5	6
25	MOUSSE	6	5	5	5
26	NICOLE	7	7	7	6
27	RAQUEL	7	8	5	6
28	Rozy	7	8	7	8
29	SENTINEL	7	7	5	6
30	STRONGSTAR	5	5	5	5
31	Turbine	7	9	8	8
32	FIRESTAR	7	9	8	7
33	Fragman	6	5	6	5
34	HIGLOW 52	8	7	8	4
35	Khan	6	5	4	5
36	Sherbet	6	5	5	5

#### REFERENCES:

1. Дзюбецький Б.В., Черчель В.Ю., Алдошин А.В., Боденко Н.А., Купріченко Д.С. Селекція кукурудзи: навч. посіб. Київ: Аграрна наука, 2025. 216 с.
2. Чернобай Л.М., Музафаров Н.М., Барсуков І.П., Понуренко С.Г., Васьківська С.В. Аналіз складу гібридів кукурудзи, занесених до Державного реєстру сортів рослин України. *Селекція і насінництво*. 2012. С. 279–288.
3. 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.
4. 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.
5. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2025 рік. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyeestr-sortiv-roslin>
6. Станкевич С.В., Матвієнко В.К., Забродіна І.В. Асортимент засобів захисту кукурудзи від шкідливих організмів в Україні у 2017–2018 рр. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136. С. 151–161. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.19>
7. 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>

Дата першого надходження рукопису до видання: 04.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.11:631.811.98:631.527

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.20>

## ВПЛИВ БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM L.*)

**Юрченко С.О.** – к.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри селекції, насінництва і генетики

Полтавський державний аграрний університет

[orcid.org/0000-0002-5812-3877](https://orcid.org/0000-0002-5812-3877)

**Палазюк Б.О.** – аспірант,

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології, спеціальності

Полтавський державний аграрний університет

[orcid.org/0009-0006-4525-5826](https://orcid.org/0009-0006-4525-5826)

**Тронецько А.В.** – студент II курсу магістратури,

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології, спеціальності,

Полтавський державний аграрний університет

[orcid.org/0009-0007-0002-3623](https://orcid.org/0009-0007-0002-3623)

Сучасні кліматичні умови, що супроводжуються аномальним температурним режимом і нестачею атмосферної вологи, спричиняють зниження урожайності пшениці м'якої озимої та погіршення її якісних показників. Одним із перспективних підходів до адаптації культур до абіотичних стресів є застосування біостимуляторів біологічного походження.

Метою дослідження було наукове обґрунтування доцільності та ефективності використання біопрепаратів *Agriful* та *Agrinos A* за різних схем їх внесення для підвищення продуктивності та якості зерна озимої пшениці.

Методи дослідження включали польовий – для вивчення морфо-біологічних особливостей розвитку рослин; лабораторний – для аналізу якісних показників зерна; та математично-статистичний – для визначення достовірності різниць між варіантами. Досліджувалися два сорти пшениці – *Кубус* і *Актер*. Застосування біопрепаратів здійснювали за трьома схемами: фоліарне внесення *Agriful* у фазу кушення, передпосівна обробка ґрунту препаратом *Agrinos A* та їхнє комплексне використання.

Установлено, що комплексне застосування біопрепаратів (*Agrinos A* – перед сією, *Agriful* – у фазу кушення) забезпечило статистично достовірне підвищення урожайності: до 8,30 т/га у сорту *Кубус* (приріст 5,17%) та до 8,38 т/га у сорту *Актер* (приріст 7,92%). Крім того, відзначено покращення показників натури зерна, вмісту білка та клейковини. Сорт *Актер* проявив вищу чутливість до дії біопрепаратів, тоді як *Кубус* вирізнявся стабільністю якісних ознак.

Встановлено, що головними факторами варіації урожайності були спосіб внесення біопрепаратів (48,10%) та рік вирощування (33,70%), що вказує на важливість адаптивного підходу до технології вирощування культури з урахуванням погодних умов.

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима, біостимулятори, урожайність, якість зерна, елементи продуктивності рослин.

**Yurchenko S.O., Palaziuk B.O., Tronko A.V. The influence of biostimulants on the yield of soft winter wheat (*Triticum aestivum L.*)**

Modern climatic conditions, characterized by abnormal temperature regimes and a lack of atmospheric moisture, lead to a decrease in the yield of soft winter wheat and a deterioration in its grain quality indicators. One of the promising approaches to improving crop adaptation to abiotic stresses is the use of biostimulants of biological origin.

*The aim of the study was to provide scientific justification for the feasibility and effectiveness of using the biostimulants Agriful and Agrinos A under different application schemes to increase the productivity and grain quality of winter wheat.*

*The research methods included: a field method – to study the morphological and biological characteristics of plant development; a laboratory method – to assess grain quality indicators; and a mathematical-statistical method – to determine the significance of differences between variants. Two wheat cultivars were studied – Kubus and Akter. Biostimulants were applied using three schemes: foliar application of Agriful at the tillering stage, pre-sowing soil treatment with Agrinos A, and their combined use.*

*It was found that the combined application of Agrinos A (pre-sowing) and Agriful (at tillering) resulted in a statistically significant increase in yield: up to 8.30 t/ha in the Kubus cultivar (an increase of 5.17%) and up to 8.38 t/ha in Akter (an increase of 7.92%). Additionally, improvements were observed in test weight, protein content, and gluten content. The Akter cultivar demonstrated a higher sensitivity to the action of biostimulants, while Kubus exhibited stability in grain quality parameters.*

*It was established that the main factors influencing yield variation were the method of biostimulant application (48.10%) and the year of cultivation (33.70%), indicating the importance of an adaptive approach to crop production technology that considers weather conditions.*

**Key words:** soft winter wheat, biostimulants, yield, grain quality, productivity elements.

**Постановка проблеми.** В умовах сучасного сільськогосподарського виробництва питання підвищення врожайності та якості сільськогосподарських культур є надзвичайно актуальним. Особливо важливим є покращення показників продуктивності пшениці озимої м'якої, яка є основною продовольчою культурою. За сучасних умов змін клімату, екологічних обмежень та високих вимог до якості продукції, розробка ефективних і екологічно безпечних технологій є важливою задачею для аграріїв.

Застосування біостимуляторів на основі природних компонентів відкриває нові можливості для стимуляції росту і розвитку рослин, підвищення їх стійкості до несприятливих умов навколишнього середовища та покращення засвоєння поживних елементів. Ці препарати не тільки сприяють збільшенню врожайності, але й дозволяють поліпшити якість зерна, що має вирішальне значення для продовольчої безпеки і конкурентоспроможності продукції.

Вивчення впливу біологічних стимуляторів на пшеницю озиму дає змогу оцінити їх ефективність як складової частини сучасних технологій. Це дозволяє створювати адаптовані до змінюваних умов клімату і ґрунтових ресурсів методи вирощування, що відповідають вимогам сталого сільського господарства.

#### **Аналіз основних досліджень і публікацій.**

На сучасному етапі розвитку аграрної науки все більше уваги приділяється застосуванню біостимуляторів як одному з ефективних засобів підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Багато вітчизняних і зарубіжних дослідників підкреслюють значний вплив біостимуляторів на ріст, розвиток та врожайність як окремих рослин, так і посівів загалом.

У численних дослідженнях вітчизняних та зарубіжних авторів зазначено, що використання біостимуляторів є ефективним засобом підвищення врожайності та якості зерна озимої пшениці [2, с. 36; 4, с. 30; 6, с. 170]. Зокрема, вітчизняні вчені доводять доцільність застосування препаратів стимуляторної дії в умовах Лісостепу України, що сприяє підвищенню адаптивності рослин до зовнішніх чинників [1, с. 86; 9, с. 55; 10, с. 195].

Зарубіжні автори, такі як Kowalczyk K. та Zielony T., аналізують вплив біостимуляторів на показники продуктивності та якості сільськогосподарських культур, підкреслюючи залежність ефективності їх дії від фази розвитку рослин та умов

середовища [11, с. 97]. У дослідженні Iussig B. і співавт. обґрунтовано потенціал біостимуляторів як інструментів для пом'якшення дії абіотичних стресів, зокрема в умовах посухи та температурних коливань [12, с. 12].

Alvarez M. та колеги вивчали реакцію аргентинських сортів пшениці на застосування біостимуляторів, акцентуючи на покращенні якості зерна за рахунок активізації фізіолого-біохімічних процесів [13, с. 6]. Подібні результати отримано і в умовах аридного клімату, де, за даними Hattab S. та ін., біостимулюючі речовини сприяли підвищенню врожайності за рахунок зміцнення стійкості до стресових умов [14, с. 1987].

Крім того, дослідження Рожкова А. О. і Pavliuk O., та інших демонструють позитивну дію біостимуляторів у поєднанні з комплексними добривами на продуктивність озимої пшениці в умовах України, що підтверджує доцільність інтегрованого підходу до живлення культури [7, с. 136; 15, с. 345]. У свою чергу, Xu L. з колегами вивчали вплив екзогенних фітогормонів і біостимуляторів на якісні характеристики зерна, підкреслюючи необхідність адаптації технологій до умов вирощування [16, с. 1246].

Одним із ключових факторів, що визначають успішність використання біостимуляторів у виробничих умовах, є суворе дотримання рекомендованих регламентів застосування. Недотримання технологічних норм, строків обробки або дозування часто призводить до зниження ефективності препаратів, що, у свою чергу, зумовлює відсутність очікуваного приросту врожайності [3, с. 65; 5, с. 12].

Унаслідок таких випадків агрономічна практика демонструє певне скептичне ставлення до застосування біостимуляторів, і аграрії нерідко надають перевагу традиційним, більш звичним засобам, таким як мінеральні добрива чи засоби захисту рослин, які мають простіші схеми використання та гарантований ефект за відпрацьованими технологіями.

**Постановка завдання.** Метою досліджень було вивчення впливу біостимуляторів Agriful і Agrinos A, застосованих окремо та в поєднанні, на ріст, розвиток, урожайність і якісні показники зерна пшениці м'якої озимої.

Польові досліді були проведені протягом 2024–2025 років у виробничих умовах Полтавської області. Клімат регіону – помірно континентальний, зона недостатнього зволоження.

Всі чинники в досліді максимально подібні. Грунтовий покрив представлений чорноземом опідзоленим із вмістом гумусу 3,8–4,1 %. За агрохімічними показниками ґрунт містив 121,3–126,5 мг/кг легкогідролізованого азоту (за Тюрінім і Коновою), 106,5–127,6 мг/кг рухомого фосфору (за Чириковим) і 171,2–198,7 мг/кг обмінного калію (за Масловою). Щільність ґрунту становила 1,06–1,16 г/см<sup>3</sup>.

Досліджували ефективність біопрепаратів на сортах озимої пшениці м'якої: Кубус та Актер.

Схема досліді з вивчення ефективності біопрепаратів:

- 1 – контроль (без біопрепараті);
- 2 – фоліарне внесення у фазу кушення біопрепарату Agriful (1л/га);
- 3 – передпосівна обробка ґрунту біопрепаратом Agrinos A (1л/га);
- 4 – комплексне застосування біопрепаратів: Agrinos A (1 л/га) перед сівбою + Agriful (1л/га) у фазу кушення.

Оцінку урожайності здійснювали за методом багатократних пробних ділянок із чотирикратною повторністю; площа кожної ділянки становила 15 м<sup>2</sup>. Зібране зерно очищували, зважували та перераховували врожайність в тонни з гектара при стандартній вологості 14 %. Для більш детальної оцінки дії біопрепарату

одночасно з урожаєм аналізували структуру врожайності – у снопових зразках, держаних з 1 м<sup>2</sup>, визначали висоту рослин, кількість продуктивних стебел, масу зерна з колоса та масу 1000 зерен.

Якість зерна оцінювали згідно зі стандартною методикою, враховуючи такі показники, як маса 1000 зерен, натура зерна, вміст білка та параметри клейковини.

Технологія вирощування відповідала типовій агротехнології пшениці озимої на даному господарстві. Попередником пшениці був горох. Збирання урожаю проводили прямим комбайнуванням при повній стиглості зерна з вологістю 14 %.

Польові досліді та статистичну обробку результатів виконували відповідно до загальноприйнятої методики [8, с. 45-57].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Аналіз температурного режиму та кількості атмосферних опадів упродовж 2024–2025 років засвідчив суттєві відхилення від середньобагаторічних показників, що позначилося на умовах вирощування озимої пшениці.

У 2024 році середньорічна температура повітря перевищувала норму на +3,7 °С, з особливо високими значеннями у весняно-літній період. Нестача атмосферної вологи (390 мм за рік проти середньобагаторічних 507 мм), зокрема у фазах формування колосу, цвітіння та наливу зерна, створювала стресові умови для рослин. У 2025 році температурні показники залишалися вищими за норму, однак кількість опадів упродовж вегетаційного періоду була більш збалансованою. Зокрема, в травні, жовтні та листопаді спостерігалось помітне збільшення опадів порівняно з попереднім роком, що сприяло кращому формуванню генеративних органів, наливу зерна та загальному стану посівів.

За таких умов застосування біостимуляторів на основі ризобактерій набуло особливої актуальності. У 2024 році їх використання могло частково компенсувати дію абіотичних чинників стресу, покращуючи засвоєння вологи та елементів живлення. У 2025 році позитивна дія біопрепаратів була більш вираженою, завдяки оптимальнішим умовам для їхньої дії, що могло сприяти реалізації потенціалу високопродуктивних сортів озимої пшениці.

За результатами проведених досліджень встановлено, що застосування біостимуляторів позитивно впливає на формування ключових продуктивних ознак озимої пшениці. Ефективність дії препаратів залежала як від способу їх внесення, так і від біологічних особливостей сортів рис 1.

Для сорту Кубус найвищі прирости всіх показників зафіксовано при комплексному застосуванні біопрепаратів Agrinos A та Agriful. Зокрема, маса зерна з одного колоса зросла на 33,33%, висота рослин – на 10,59%, кількість продуктивних стебел – на 47,62%, а маса 1000 зерен – на 17,78% у порівнянні з контролем. Це підтверджує синергетичну ефективність поєднання препаратів.

За окремого фоліарного внесення Agriful спостерігалось помірне зростання показників: маса зерна з колоса збільшилась на 16,67%, а маса 1000 зерен – на 6,91%. Передпосівна обробка ґрунту препаратом Agrinos A забезпечила дещо вищі результати – приріст маси 1000 зерен склав 11,85%, а кількість продуктивних стебел зросла на 28,57%.

У сорту Актер динаміка була аналогічною. Найкращі показники отримано за комплексного внесення препаратів, де приріст маси зерна з колоса склав 36,36%, висоти рослин – 14,29%, кількості продуктивних стебел – 21,74%, а маси 1000 зерен – 15,54%. Окреме застосування препаратів дало скромніші результати, зокрема при фоліарному внесенні приріст маси 1000 зерен становив лише 5,76%, а продуктивної кущистості – 8,70%.

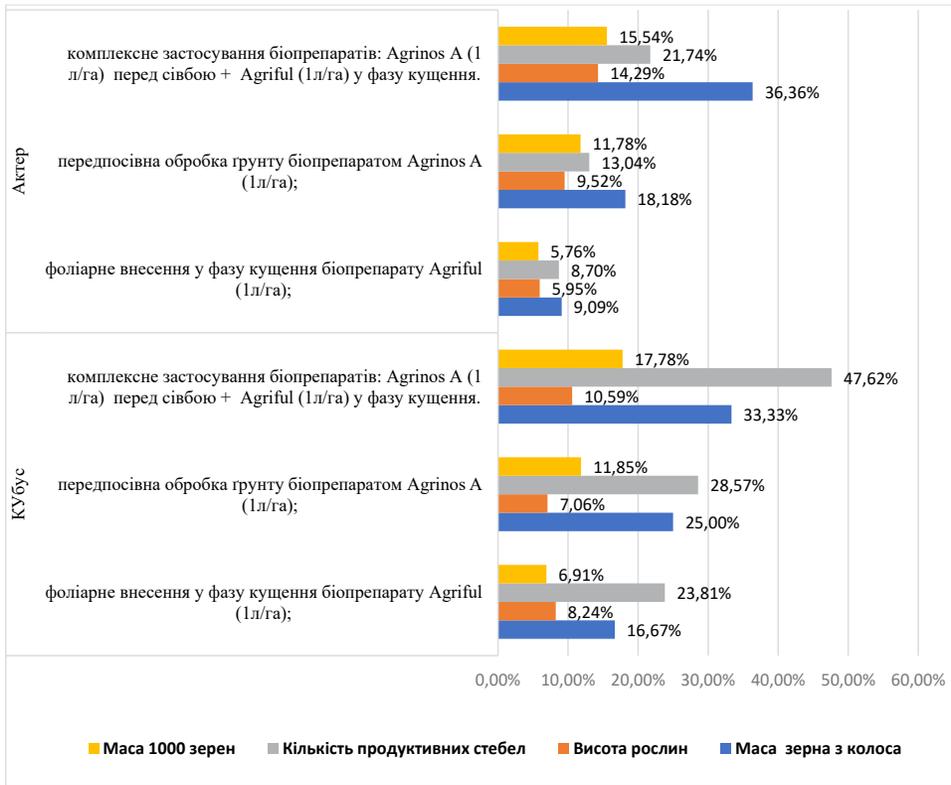


Рис. 1. Приріст основних елементів продуктивності сортів пшениці м'якої озимої за дії біостимуляторів, (2024-2025 рр.)

Отримані результати свідчать, що максимальний ефект у підвищенні продуктивності пшениці забезпечує саме комплексне застосування біостимуляторів, а сорт Кубус продемонстрував вищу чутливість до біологічної стимуляції, особливо за показником продуктивної кущистості.

За результатами спостережень встановлено, що в обох сортах урожайність у 2025 році була вищою, ніж у 2024 році, незалежно від варіанту дослідження. Це свідчить про вплив погодних умов року на реалізацію урожайного потенціалу культури та ефективність біостимуляторів.

У контрольному варіанті вирощування сорту Кубус середня урожайність за два роки дослідження становила 7,90 т/га. Застосування біопрепарату Agriful шляхом фоліарного обприскування у фазу кушення забезпечило приріст урожайності на 0,24 т/га, що становило 2,58% порівняно з контролем. Передпосівне внесення препарату Agrinos A сприяло дещо вищому приросту – 0,28 т/га (3,52%). Найвищу продуктивність одержано при комплексному застосуванні Agrinos A (перед сівбою) та Agriful (у фазу кушення) – 8,30 т/га, що перевищувало контрольний показник на 0,41 т/га або 5,17%. Оскільки перевищення середнього приросту в цьому варіанті перевищувало порогове значення достовірності ( $HP_{0,05} = 0,27$  т/га), ефект вважається статистично достовірним.

Таблиця 1

**Формування урожайності пшениці м'якої озимої за використання біостимуляторів препарату, т/га, 2024-2025 рр.**

Сорт	Варіант	Роки		Середнє за 2024-2025 рр.	Приріст	
		2024	2025		т/га	%
Кубус	1*	7,78	8,09	7,90	-	-
	2*	7,96	8,32	8,14	0,24	2,58
	3*	8,08	8,35	8,2	0,28	3,52
	4*	8,25	8,44	8,3	0,41	5,17
Актер	1*	7,65	7,87	7,76	-	-
	2*	7,95	8,17	8,06	0,30	3,87
	3*	7,98	8,22	8,10	0,34	4,38
	4*	8,17	8,58	8,38	0,62	7,92
НІР <sub>0,05</sub>		0,28	0,26	0,27	-	-

*Примітка: 1\* – контроль (без біопрепаратів); 2\* – фоліарне внесення у фазу куцнення біопрепарату Agriful (1л/га); 3\* – передпосівна обробка ґрунту біопрепаратом Agrinos A (1л/га); 4\* – комплексне застосування біопрепаратів: Agrinos A (1 л/га) перед сівбою + Agriful (1л/га) у фазу куцнення*

Аналогічна тенденція спостерігалася і для сорту Актер. У контрольному варіанті урожайність становила 7,76 т/га. Застосування Agriful та Agrinos A призводило до підвищення урожайності на 0,30 т/га (3,87%) і 0,34 т/га (4,38%) відповідно. Максимальний приріст зафіксовано при комбінованому застосуванні препаратів – 8,38 т/га, що на 0,62 т/га (7,92%) перевищує контроль. Отриманий приріст достовірно перевищує межу значущості (НІР<sub>0,05</sub> = 0,27 т/га), що свідчить про високу ефективність інтегрованого підходу до використання біостимуляторів.

Слід відмітити, що більш ефективним щодо приросту урожайності в умовах застосування біостимуляторів виявився сорт Актер. Незважаючи на дещо нижчу базову урожайність у контрольному варіанті, саме цей сорт продемонстрував вищу чутливість до дії біопрепаратів, зокрема при їх комплексному застосуванні, що забезпечило максимальний приріст урожайності – 0,62 т/га (7,92%).

Проведений дисперсійний аналіз дозволив визначити часткову участь основних факторів у варіації урожайності озимої пшениці (рис 2.). Найбільший вплив на формування цього показника справив варіант застосування біопрепаратів – 48,10%, що свідчить про провідну роль агробіологічних технологій у забезпеченні продуктивності культури. Внесення біостимуляторів на різних етапах органогенезу сприяло реалізації потенціалу рослин, підтверджуючи ефективність даного підходу у практиці вирощування.

Фактор року вирощування обумовив 33,70% варіації урожайності, що відображає значний вплив погодно-кліматичних умов вегетаційного періоду. Фактор сорту відіграв відносно меншу, але все ж важливу роль (9,50%) у формуванні врожаю, що вказує на наявність генетичних відмінностей у реакції сортів на біостимуляцію та агроєкологічні умови. Взаємодія між факторами (сорт, рік, варіант обробки) зумовила 6,60% варіації урожайності, що свідчить про помірний рівень адаптивної взаємодії сортів із технологічними умовами у межах року вирощування. Частка залишкової дисперсії склала лише 2,10%.

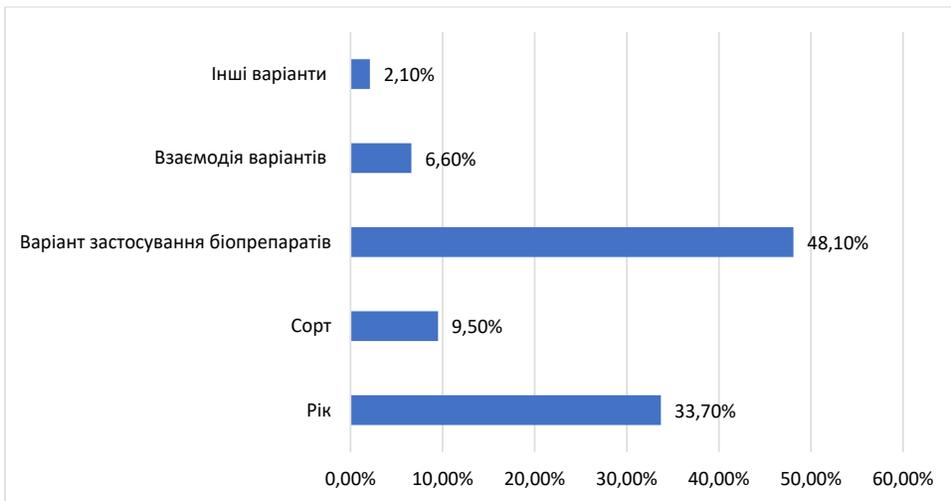


Рис. 2. Частки впливу факторів на формування урожайності пшениці озимої, 2024-2025 рр.

Проведене дослідження також засвідчило ефективність застосування біопрепаратів Agriful і Agrinos A у покращенні комплексу якісних характеристик зерна пшениці озимої сортів: Кубус та Актер.

Отримані результати свідчать про позитивний вплив біологічних препаратів на виповненість зерна, що безпосередньо впливає на його товарну і технологічну якість. Найвищу ефективність забезпечило комплексне застосування Agrinos A та Agriful, при якому зафіксовано максимальні значення натурності зерна в обох сортах. Зокрема, найвищий абсолютний показник встановлено у сорту Кубус (712 г/л), що свідчить про його кращу потенційну здатність формувати фізично повноцінне зерно в умовах біологізованого землеробства (рис. 3).

У проведеному дослідженні виявлено сортову специфіку накопичення білка під впливом біологічних препаратів (рис. 4).

У контрольному варіанті вміст білка в зерні сорту Кубус становив 13,5%. Застосування біопрепаратів Agriful (2\*) та Agrinos A (3\*) сприяло незначному підвищенню цього показника – до 13,8% та 13,7% відповідно. Аналогічне значення вмісту білка (13,8%) було зафіксовано і при комплексному застосуванні препаратів. Така стабільність показника за різних варіантів обробки свідчить про високий генетично зумовлений білковий потенціал сорту Кубус, що забезпечує збереження якісних характеристик зерна навіть за умов змін у технології вирощування.

У сорту Актер простежувалася чітка позитивна динаміка накопичення білка під впливом біологічних препаратів. У контрольному варіанті вміст білка складав 12,3%, що на 1,2 в.п. нижче порівняно з Кубусом. Застосування Agriful (2\*) та Agrinos A (3\*) забезпечило поступове зростання вмісту білка – до 12,7% і 12,9% відповідно. Максимальне значення спостерігалось у варіанті комплексного застосування біопрепаратів, де вміст білка досяг 13,2%, що на 0,9 в.п. перевищувало контрольний рівень. Отримані результати свідчать про високу чутливість сорту Актер до дії біостимуляторів, ймовірно зумовлену активацією азотного обміну та підвищеним синтезом білкових сполук під впливом біологічних агентів.



Рис. 3. Натура зерна залежно від варіанту застосування біопрепаратів, 2024-2025 рр.



Рис. 4. Вміст білка в зерні залежно від варіанту застосування біопрепаратів, 2024-2025 рр.



Рис. 5. Вміст клейковини в зерні залежно від варіанту застосування біопрепаратів, 2024-2025 рр.



Рис. 6. Якість клейковини залежно від варіанту застосування біопрепаратів, 2024-2025 рр.

Сира клейковина є важливою складовою білкового комплексу зерна пшениці та визначає його технологічну якість, особливо у хлібопекарському аспекті. Її кількісний вміст і структурно-механічні властивості істотно впливають на процес формування тіста й кінцеву якість випечених виробів.

У сорту Кубус вміст клейковини в контрольному варіанті становив 26,3%, а якість – 85 од. ВДК-1. Усі варіанти з використанням біостимуляторів продемонстрували незначне підвищення вмісту клейковини: у варіантах фоліарного внесення у фазу кушення біопрепарату Agriful (1л/га), передпосівної обробки ґрунту біопрепаратом Agrinos A та комплексного застосування біопрепаратів він становив відповідно 26,9%, 26,7% та 26,9%. Водночас спостерігалось зниження показника якості до 80 од. ВДК-1 у варіанті з комплексним застосуванням препаратів. Отримані результати свідчать про підвищення кількості білкових сполук без істотного покращення їх структурної цінності, що утримує якість клейковини в межах задовільної категорії.

Сорт Актер у контрольному варіанті мав вміст клейковини 23,9 % та її якість – 89 од. ВДК-1. Біостимулятори сприяли підвищенню цього показника до 24,7–25,7%, при цьому її якість зберігалася в межах 86–90 од. ВДК-1, залишаючись у категорії задовільної

Отже, комплексне застосування препаратів Agrinos A + Agriful забезпечило оптимальне поєднання кількісних і якісних параметрів, що підтверджує ефективність біологічного підходу до формування якісних показників зерна пшениці озимої.

#### **Висновки та перспективи.**

1. У результаті двохрічного дослідження (2024–2025 рр.) встановлено, що застосування біопрепаратів Agrinos A та Agriful сприяє підвищенню урожайності, покращенню морфо-біометричних показників, а також якості зерна озимої пшениці.

2. Комплексне застосування біостимуляторів (Agrinos A перед сівбою + Agriful у фазу кушення) виявилось найбільш ефективним у формуванні врожаю, забезпечуючи статистично достовірне підвищення продуктивності у порівнянні з контролем: до 5,17% у сорту Кубус і 7,92% у сорту Актер.

3. Дія біопрепаратів мала позитивний вплив і на якісні характеристики зерна: збільшення натури, вмісту білка, сирої клейковини. При цьому Кубус характеризувався стабільно високими якісними показниками, тоді як Актер проявив вищу чутливість до біостимуляції.

4. Дисперсійний аналіз засвідчив, що найбільшу частку варіації урожайності зумовлював варіант обробки (48,1%), рік вирощування (33,7%) та сорт (9,5%). Низький рівень залишкової дисперсії (2,1%) свідчить про високу точність і надійність результатів.

5. Перспективною досліджень є вивчення економічної ефективності використання біостимуляторів для пшениці озимої, зокрема в умовах обмеженого зволоження або стресових кліматичних умов.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Грабовська Т.О., Мельник Г.Г. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої за органічного виробництва. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 80-85
2. Власюк О. Вплив екологічно безпечних препаратів на урожайність та ураження хворобами пшениці озимої в умовах Правобережного Лісостепу. *Вісник аграрної науки* 2023. Т. 101, No 4. С. 30–37. DOI:doi.org/10.31073/agrovisnyk202304-04

3. Маренич М.М., Юрченко С.О., Баган А.В., Єщенко В.М. Формування продуктивності сортів пшениці озимої під дією гумінових речовин. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 1. С. 63-66.
4. Маренич М.М. Ефективність способів застосування гумінових стимуляторів в технології вирощування пшениці озимої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 3. С. 26–35.
5. Остапчук М. О., Поліщук І.С. Мазур О.В., Максимов А.М. Використання біопрепаратів – перспективний напрямок вдосконалення агротехнологій. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 2. С. 5-17
6. Палазюк Б.О., Юрченко С.О. Формування урожайності пшениці м'якої озимої залежно від сортових властивостей та впливу біостимуляторів на основі ризобактерій. *Аграрні інновації*. 2025. № 32. С. 167-174 DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.32.24>
7. Рожков А.О., Чигрин О.В. Урожайність зерна пшениці твердої ярої залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень біопрепаратами. Вісник ХНАУ. 2015. № 2. С. 130–139.
8. Царенко О. М., Злобін Ю.А. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: навчальний посібник. Суми: Видавництво „Університетська книга”, 2000. С. 45 – 57.
9. Чайковська Л.О. Ефективність поєданого використання біопрепаратів на основі фосфатмобілізувальних бактерій та мінеральних добрив при вирощуванні зернових на півдні України. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2011. Вип. 13. С. 52–58.
10. Юрченко С.О., Палазюк Б.О., Білокінь А. В. Вплив мікоризного препарату на урожайність пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). *Таврійський науковий вісник*. № 39. 2024 С. 190-197 DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.13.9.2.23>
11. Kowalczyk K., Zielony T. Effect of plant growth biostimulants on yield and quality of crops. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 2020, Vol. 82, pp. 93–102. DOI:10.2478/v10032-010-0024-5.
12. Iussig B., Toscano S., Mattiello A., et al. Biostimulants and their role in improving plant performance under abiotic stress conditions. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2025, Vol. 9, Article 1543981. DOI:10.3389/fsufs.2025.1543981.
13. Alvarez M., Cabello P., Díaz-Pérez J.C., et al. Effect of the biostimulant application on the quality and yield of Argentinean bread wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.) with good potential quality. *ResearchGate*, 2024. URL: <https://www.researchgate.net/publication/393556776> (дата звернення: 16.12.2025).
14. Hattab S., Cherif-Silini H., et al. Improvement of wheat yield using novel biostimulants under arid conditions. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 2024, Vol. 56(5), pp. 1982–1993.
15. Pavliuk O., Kryvobok S., Lysenko V. Influence of complex fertilizers and biostimulants on productivity of winter wheat. *Plant Physiology and Genetics*, 2023, Vol. 55(4), pp. 341–349.
16. Xu L., Ge L., Zhang C. Exogenous hormone applications and quality traits of wheat under different environmental conditions. *Plant Biology*, 2025, Vol. 28(11), pp. 1240–1252. DOI:10.1186/s12870-025-06804-3.

Дата першого надходження рукопису до видання: 20.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.11:631.811.98:631.527

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.21>

## ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНІСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН

**Юрченко С.О.** – к.с.-г. н., доцент,

завідувач кафедри селекції, насінництва і генетики

Полтавський державний аграрний університет

[orcid.org/0000-0002-5812-3877](https://orcid.org/0000-0002-5812-3877)

**Степаненко Б.В.** – аспірант,

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології, спеціальності

Полтавський державний аграрний університет

[orcid.org/0009-0004-5669-642X](https://orcid.org/0009-0004-5669-642X)

У статті представлено результати дворічного польового експерименту щодо впливу густоти стояння рослин на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Полтавської області. Дослідження проводили у 2024–2025 рр. за трифакторною схемою (гібрид × рік × густина посієву) з чотирма повтореннями. Об'єктами були шість сучасних гібридів кукурудзи селекції Dekalb (FAO 290–420), які вирощувалися за шести рівнів густоти стояння: 55–80 тис. рослин/га.

Установлено, що найвищу середню урожайність формували гібриди ДКС 3937 (9,08 т/га) за густоти 65 тис. рослин/га. У більшості гібридів максимальні показники урожайності також спостерігались при цьому рівні густоти, тоді як її перевищення зумовлювало зниження продуктивності. Коефіцієнт варіації урожайності в межах гібридів становив від 3,65 % до 11,76 %, що дозволяє виокремити форми з високою стабільністю до змін густоти стояння (ДКС 5206, ДКС 4031) та форми з вираженою реакцією (ДКС 3937, ДКС 4391).

Дисперсійний аналіз показав, що найбільшу частку варіації урожайності забезпечував фактор «гібрид» – 35,80 %, густина стояння – 20,50 %, а рік вирощування – 7,30 %. Високу частку також мала взаємодія гібрид × густина (24,50 %). За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що найбільш чутливою до зміни густоти виявилася середньорання група гібридів ( $R^2 = 0,3315$ ;  $r = -0,576$ ), для якої оптимальною була густина 60–65 тис. рослин/га. Для середньопізніх гібридів виявлено слабкий від'ємний зв'язок ( $r = -0,3093$ ;  $R^2 = 0,0956$ ), а для середньостиглих – дуже слабкий і недостовірний ( $r = -0,2149$ ;  $R^2 = 0,0462$ ). Найвища пластичність до загущення спостерігалася у середньостиглих гібридів, що дає змогу застосовувати ширший діапазон густоти без істотної втрати урожайності.

Отримані результати підтверджують доцільність індивідуального підбору густоти стояння для кожного гібриду з урахуванням його біологічної пластичності. Перспективою подальших досліджень є розробка адаптивних технологій вирощування кукурудзи в умовах різного агрофону та кліматичних зон.

**Ключові слова:** кукурудза, гібрид, густина стояння, урожайність, варіація, адаптивність.

### **Yurchenko S.O., Stepanenko B.V. Formation of grain yield in maize hybrids depending on plant density**

The article presents the results of a two-year field experiment on the effect of plant density on the grain yield of maize hybrids with different maturity groups under the conditions of Poltava region. The study was conducted in 2024–2025 according to a three-factor design (hybrid × year × plant density) with four replications. The objects of research were six modern Dekalb maize hybrids (FAO 290–420), grown under six levels of plant density: 55–80 thousand plants/ha.

*It was found that the highest average yield was formed by hybrid DKC 3937 (9.08 t/ha) at a density of 65 thousand plants/ha. For most hybrids, maximum yield was also observed at this density level, while further densification led to a decrease in productivity. The coefficient of yield variation among hybrids ranged from 3.65% to 11.76%, allowing to distinguish both stable forms under varying densities (DKC 5206, DKC 4031) and hybrids with a pronounced response (DKC 3937, DKC 4391).*

*Analysis of variance showed that the largest contribution to yield variation was made by the hybrid factor (35.80%), followed by plant density (20.50%) and year (7.30%). A considerable share of the total variation was also explained by the hybrid  $\times$  density interaction (24.50%). Based on the results of the correlation-regression analysis, the early-maturing group of maize hybrids was found to be the most sensitive to changes in plant density ( $R^2 = 0.3315$ ;  $r = -0.576$ ), with the optimal density being 60–65 thousand plants/ha. For the late-maturing hybrids, a weak negative correlation was observed ( $r = -0.3093$ ;  $R^2 = 0.0956$ ), while for the mid-maturing group, the correlation was very weak and statistically insignificant ( $r = -0.2149$ ;  $R^2 = 0.0462$ ). The highest plasticity to increased plant density was noted in mid-maturing hybrids, allowing for a wider range of densities without a significant loss in yield.*

*The results confirm the feasibility of an individual approach to determining the optimal plant density for each hybrid, taking into account its biological plasticity. Future research should focus on developing adaptive maize cultivation technologies under varying agro-environmental conditions and climate zones.*

**Key words:** maize, hybrid, plant density, yield, variation, adaptability.

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах інтенсифікації агровиробництва та кліматичних трансформацій особливої важливості набуває науково обґрунтований підхід до вирощування кукурудзи на зерно. Ця культура посідає провідне місце серед зернових завдяки високому потенціалу продуктивності, широкому спектру використання у продовольчій, кормовій та енергетичній сферах. Ефективне використання генетичного потенціалу гібридів різних груп стиглості потребує комплексного вивчення їхньої продуктивності у взаємозв'язку з основними агротехнічними чинниками, зокрема нормами висіву [15, с. 230].

У зв'язку з розширенням асортименту гібридів кукурудзи, які відрізняються адаптивністю, тривалістю вегетаційного періоду та біологічними особливостями, виникає необхідність у визначенні оптимальних умов їх вирощування для конкретних ґрунтово-кліматичних зон. Рациональне поєднання групи стиглості гібриду з відповідною нормою висіву сприяє підвищенню урожайності, забезпечує ефективніше використання вологи, поживних речовин і світла, а також підвищує економічну доцільність виробництва.

Таким чином, дослідження впливу групи стиглості та норми висіву насіння на формування урожайності гібридів кукурудзи є актуальним як з наукової, так і з практичної точки зору, оскільки сприяє удосконаленню технологій вирощування та підвищенню конкурентоспроможності зернового виробництва.

#### **Аналіз основних досліджень і публікацій.**

Проблема визначення оптимальної густоти стояння рослин кукурудзи на зерно є актуальною щороку для агровиробників [6, с. 5]. У сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах визначення цього показника є менш складним завданням. Сучасні гібриди кукурудзи характеризуються широким діапазоном адаптивної густоти посіву завдяки здатності компенсувати несприятливі умови: вони можуть формувати більшу кількість зерен у ряду, більшу масу 1000 зерен, а інколи – навіть два або три качани на одній рослині [5, с. 58]. Селекція нині спрямована на поєднання високої індивідуальної продуктивності з толерантністю до загушення. Існує наукова думка, що чим вищий потенціал продуктивності гібриду, тим ширший діапазон допустимої густоти стояння [4, с. 66].

Разом з тим, як надто низька, так і надмірно висока густина рослин негативно впливає на урожай [8, с. 102]. Зокрема, при дефіциті вологи збільшення щільності посівів призводить до загострення конкуренції за воду і поживні елементи, затримки формування генеративних органів, зменшення висоти рослин, прискорення старіння й відмирання. У вологих умовах домінує конкуренція за світло, активізується ріст вегетативної маси на шкоду формуванню качанів, що затримує досягання врожаю [1, с. 9; 18, с. 68].

Результати польових досліджень у Центральному Лісостепу України свідчать, що підвищення густоти стояння з 60 до 80–100 тис. рослин на гектар зумовлює морфологічні зміни, які суттєво впливають на структуру і розміри качанів та, відповідно, на врожайність [19, с. 1292]. Зокрема, за умов достатньої вологи рослини мають тенденцію до витягування, тоді як у посушливі роки – зменшуються їх біометричні показники. Підвищення густоти також змінює структуру качана: зменшується кількість і маса зерен, довжина та діаметр качана, що знижує вихід зерна з качана в 1,5–1,8 разів [10, с. 206].

Особливо чутливими до порушення оптимальної густоти є середньостиглі гібриди, потенціал яких значною мірою залежить від вологи та елементів живлення [17, с. 136]. Тому важливо не лише оцінювати загальний рівень урожайності, а й аналізувати окремі структурні компоненти, зокрема кількість качанів на рослину, кількість зерен у качані, масу зерна з качана, масу 1000 зерен, довжину і діаметр качана.

Оптимізація густоти стояння дозволяє збалансувати індивідуальну продуктивність рослин і загальну кількість рослин на одиницю площі. При недозагущенні спостерігається вища індивідуальна продуктивність, зокрема через формування додаткових качанів і більших за масою зерен, що дозволяє частково компенсувати меншу кількість рослин. За надмірного загущення рослини формують неповноцінні генеративні органи, а площа живлення використовується неефективно [2, с. 6].

Дослідження в умовах Північного Степу показали, що збільшення густоти посіву з 30–40 до 50–70 тис. рослин/га підвищувало загальне водоспоживання посіву на 6–10 %, однак водночас збільшувалися й непродуктивні втрати вологи, що позначалося на ефективності використання води [14, с. 61; 9, с. 69; 3, с. 35].

Умови достатнього зволоження можуть пом'якшувати негативні наслідки загущення, про що свідчать результати дослідів у Лісостепу України: для ранньостиглих гібридів (ФАО 180) оптимальна густина становила 100 тис./га, для середньоранніх (ФАО 260) та середньостиглих (ФАО 320) – 80 тис./га [7, с. 78; 12, с. 18]. Це підтверджує, що позитивна реакція гібридів на збільшення густоти залежить від їх генетичних особливостей та наявності вологи.

Селекційний прогрес у створенні гібридів, стійких до водного і температурного стресів, відкриває можливості для розширення діапазону оптимальної густоти [10, с. 206]. Водночас, за ризику посухи, доцільно дотримуватися нижньої межі рекомендованої густоти для зменшення конкуренції за вологу. Дослідження, проведені в умовах зрошення Півдня України, показали, що підвищення густоти стояння рослин кукурудзи з 60 до 90 тис./га зумовлює збільшення коефіцієнтів водоспоживання, що вимагає раціонального регулювання режиму зрошення [13, с. 103].

Аналіз наукових джерел свідчить, що найвищий рівень продуктивності досягається за умови точного узгодження густоти стояння з генотипом гібриду. При помірному збільшенні густоти можливе зростання врожайності за рахунок більшої кількості рослин на одиницю площі, проте за надмірного загущення

спостерігається зниження індивідуальної продуктивності, що нівелює ефект від збільшеної густоти. Тому рекомендованої густоти слід дотримуватись з урахуванням особливостей гібриду та регіону вирощування, оскільки відхилення від оптимального в будь-який бік призводить до втрат урожайності.

#### **Постановка завдання.**

Метою даного дослідження було виявлення закономірностей впливу густоти стояння рослин на продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості для оптимізації технології вирощування.

Дослідження проводили у 2023–2025 роках на демонстраційних посівах кукурудзи на зерно в агрокліматичних умовах Полтавської області. Об'єктом вивчення виступали 6 сучасних гібридів кукурудзи селекції Dekalb, які належать до різних груп стиглості.

Схема досліду передбачала три фактори:

Фактор А – гібрид кукурудзи: ДКС 3937, ДКС 4031, ДКС 4391, ДКС 4598, ДКС 5075, ДКС 5206;

Фактор В – рік вирощування: 2024, 2025;

Фактор С – густина стояння рослин: 55, 60, 65, 70, 75, 80 тис. рослин/га.

Всі варіанти досліду були закладені на одному полі з вирівняним рельєфом, що забезпечило однорідність умов дослідження. Ґрунт – чорнозем звичайний мало-гумусний середньосуглинковий. В орному шарі (0–20 см) вміст гумусу становив 3,9 %, азоту, що легко гідролізується – 17,8 мг/кг, рухомого фосфору – 75 мг/кг, обмінного калію – 136 мг/кг, сірки – 12 мг/кг. Насиченість основами: калій – 2 %, кальцій – 71 %, магній – 11 %. Значний вміст кальцію забезпечував нейтральну реакцію ґрунтового розчину (рН 6,8–7,1). Ґрунт також був добре забезпечений мікроелементами: цинк – 0,75 мг/кг, залізо – 60,8 мг/кг, марганець – 24,4 мг/кг, мідь – 0,76 мг/кг, бор – 0,64 мг/кг. Щільність ґрунту коливалась у межах 1,06–1,19 г/см<sup>3</sup>, фізична стиглість наступала при вологості 30–35 %.

Клімат регіону характеризується як помірно континентальний, із нестійким зволоженням, прохолодною зимою та спекотним, часом посушливим літом. Метеорологічні умови у роки проведення досліду суттєво відрізнялись, що вплинуло на темпи росту, розвиток рослин та урожайність гібридів. Водночас це дозволило глибше дослідити адаптивні властивості кожного з варіантів у межах конкретної ґрунтово-кліматичної зони.

Агротехніка вирощування – загальноприйнята для зони дослідження, з урахуванням оптимального рівня мінерального живлення, захисту від бур'янів та шкідників. Дослідження проводили згідно з чинною методикою польових дослідів у землеробстві та рослинництві [11, с. 14-23]. Схема досліду передбачала чотириразову повторність. Посівна площа кожної ділянки становила 625 м<sup>2</sup>, облікова – 490 м<sup>2</sup>. Визначення врожайності здійснювали методом суцільного збирання з перерахунком на стандартну вологість зерна (14 %). Збиральну вологість зерна кукурудзи визначали гравіметричним методом шляхом висушування відібраних середніх зразків до постійної маси у сушильній шафі.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили з використанням програмного забезпечення Statistica 6.0, застосовуючи методи кореляційного та дисперсійного аналізу [16, с. 213-256].

#### **Виклад основного матеріалу дослідження.**

У таблиці 1 наведено середні показники урожайності за двома роками досліджень у розрізі гібридів (фактор А), років вирощування (фактор В) та густоти стояння рослин (фактор С). Аналіз отриманих даних дозволяє виявити

найпродуктивніші поєднання факторів, а також оцінити стабільність реакції окремих гібридів на зміну норми висіву.

Таблиця 1

**Вплив густоти стояння рослин на урожайність  
гібридів різної групи стиглості**

Гібрид (фактор А)	Роки (фактор В)	Густота стояння рослин, тис./га (фактор С)					
		55	60	65	70	75	80
ДКС 3937 290	2024	8,38	7,51	9,31	7,22	7,47	6,79
	2025	8,06	7,21	8,84	6,75	6,99	6,57
	середнє	8,22	7,36	9,08	6,99	7,23	6,68
ДКС 4031 300	2024	7,53	7,51	8,04	7,49	7,13	6,80
	2025	7,46	7,32	7,85	7,24	7,25	6,53
	середнє	7,49	7,42	7,95	7,37	7,19	6,67
ДКС 4391 350	2024	7,95	7,72	8,99	7,58	7,19	8,13
	2025	7,55	6,82	7,39	7,56	7,51	7,58
	середнє	7,75	7,27	8,19	7,57	7,35	7,86
ДКС 4598 360	2024	7,58	7,16	7,69	7,01	7,85	6,77
	2025	8,13	7,61	8,82	7,23	7,06	7,56
	середнє	7,86	7,39	8,26	7,12	7,46	7,17
ДКС 5075 410	2024	6,84	6,5	6,74	6,48	6,68	5,39
	2025	6,56	7,15	6,67	6,73	6,56	5,02
	середнє	6,7	6,83	6,71	6,61	6,62	5,21
ДКС 5206 420	2024	6,29	7,07	6,76	7,04	6,59	7,03
	2025	6,78	7,23	7,12	7,13	6,81	7,23
	середнє	6,54	7,15	6,94	7,09	6,7	7,13

$НІР_{0,05}$  (фактор А) = 0,28 т/га;  $НІР_{0,05}$  (фактор В) = 0,16 т/га;  
 $НІР_{0,05}$  (фактор С) = 0,27 т/га;  $НІР_{0,05}$  (взаємодія А, В, С) = 0,67 т/га.

Урожайність за двома роками варіювала від 5,21 до 9,08 т/га, що підтверджує широку амплітуду реакції досліджуваних гібридів на агротехнічні умови.

Максимальну урожайність було зафіксовано у гібрида ДКС 3937 при густоті 65 тис./га – 9,08 т/га, тоді як найнижчий показник спостерігався у ДКС 5075 при густоті 80 тис./га – 5,21 т/га. Загалом, найвищі середні урожайності у більшості гібридів спостерігалися при густоті 65 тис./га, що свідчить про її наближеність до оптимального рівня просторового розміщення рослин.

Гібриди ДКС 3937, ДКС 4598 та ДКС 4391 виявилися найбільш продуктивними в умовах досліду, з середньою урожайністю на рівні 7,59–7,88 т/га, що суттєво перевищує показники ДКС 5075 (6,61 т/га) та ДКС 5206 (6,93 т/га).

Виявлено тенденцію до зниження урожайності при загущенні понад 70 тис./га. У ряді гібридів (зокрема, ДКС 3937 і ДКС 5075) урожайність при густоті 80 тис./га була достовірно нижчою, ніж при 65 тис./га, що свідчить про негативний вплив надмірної міжрослинної конкуренції. Водночас, для деяких гібридів, зокрема ДКС 5206, урожайність залишалася стабільною в широкому діапазоні густоти стояння рослин.

Фактор рік вирощування (В) мав порівняно менший вплив ( $HP 0,05 = 0,16$  т/га), що свідчить про відносну погодну стабільність або адаптивність гібридів до умов двох сезонів. У більшості випадків урожайність у 2024 та 2025 роках була подібною, без суттєвих коливань.

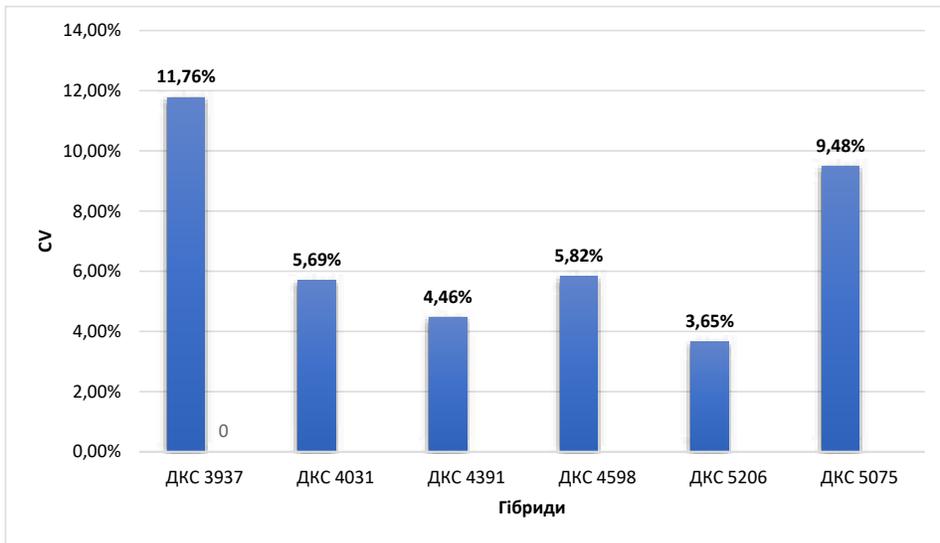


Рис. 1. Коефіцієнт варіації урожайності гібридів кукурудзи за умов зміни густоти стояння росли

На рисунку представлено коефіцієнти варіації урожайності шести гібридів кукурудзи за умов зміни густоти стояння рослин від 55 до 80 тис. рослин/га. Найменший рівень варіації відзначено у гібрида ДКС 5206 (3,65 %), що свідчить про високу стабільність урожайності. Порівняно низький CV також мають ДКС 4391 (4,46 %) та ДКС 4031 (5,69 %). Гібриди ДКС 4598 і ДКС 5075 демонструють середній рівень стабільності, тоді як ДКС 3937 характеризується найвищим коефіцієнтом варіації (11,76 %), що вказує на значну чутливість до зміни густоти посіву. Отже, стабільність урожайності за зміни норми висіву істотно відрізняється між гібридами, що є важливим критерієм при їх доборі для вирощування в конкретних агроекологічних умовах.

За результатами дисперсійного аналізу встановлено частку основних факторів експерименту та їх взаємодій у загальну мінливість урожайності кукурудзи (рис. 2).

Найбільший вплив на варіацію урожайності виявлено у фактора А (гібрид), частка якого становила 35,80 %. Це підкреслює провідну роль генетичної складової у реалізації біологічного потенціалу кукурудзи та акцентує увагу на необхідності селекційно обґрунтованого добору гібридів відповідно до конкретних агроекологічних умов.

Значущим також виявився вплив фактора С (густина стояння рослин) – 20,50 %, що вказує на високу чутливість культури до параметрів просторового розміщення рослин і засвідчує доцільність оптимізації норм висіву з метою підвищення урожайності.

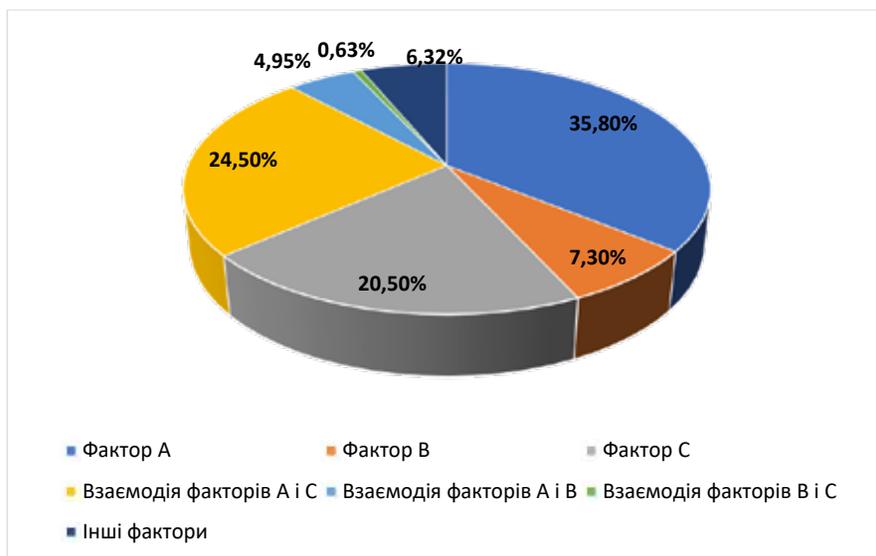


Рис. 2. Частки впливу факторів на формування урожайності кукурудзи на зерно, 2024-2025 рр.

Фактор В (рік вирощування) зумовив 7,30 % загальної варіації, що свідчить про відносно помірний вплив погодних умов року на продуктивність кукурудзи.

Серед взаємодій найбільш вагомою була взаємодія між гібридом і густотою ( $A \times C$ ) – 24,50 %, що свідчить про варіативну реакцію гібридів на зміну густоти стояння рослин і підтверджує необхідність індивідуалізованого підходу до встановлення оптимальних агротехнічних параметрів для кожного гібриду.

Залишкова дисперсія, яка включає частку неврахованих або випадкових джерел варіації, склала 6,32 %, що свідчить про достатню точність експерименту та обґрунтованість застосованої статистичної моделі.

З метою виявлення реакції гібридів різних груп стиглості на зміну густоти стояння було проведено кореляційно-регресійний аналіз залежності між урожайністю та рівнем загущення посівів.

Для середньопізніх гібридів значення коефіцієнта детермінації  $R^2 = 0,0956$  свідчить про слабкий рівень варіації урожайності зміною густоти, тобто лише близько 9,6 % варіації врожайності обумовлені цим фактором. Кореляційний зв'язок між показниками ( $r = -0,3093$ ) є слабким від'ємним, і лише наближається до статистичної достовірності ( $p = 0,0665$ ), що вказує на тенденцію зниження урожайності зі збільшенням густоти, але без однозначного впливу.

У межах досліджуваного діапазону густоти (55–80 тис. рослин/га) середньопізні гібриди загалом характеризувалися відносною стабільністю урожайності, без чітко вираженого оптимуму. Проте максимальні значення врожаю спостерігалися в більшості випадків при густоті 60–65 тис./га.

Для середньостиглих гібридів коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,0462$  свідчить про дуже слабкий рівень варіації урожайності густотою стояння, тобто лише 4,6 % зміни урожайності можна пояснити зміною цього фактору. Коефіцієнт кореляції  $r = -0,2149$  є від'ємним, але статистично недостовірним ( $p = 0,2082$ ), що вказує на незначну й недостовірну тенденцію до зниження урожайності зі зростанням густоти.

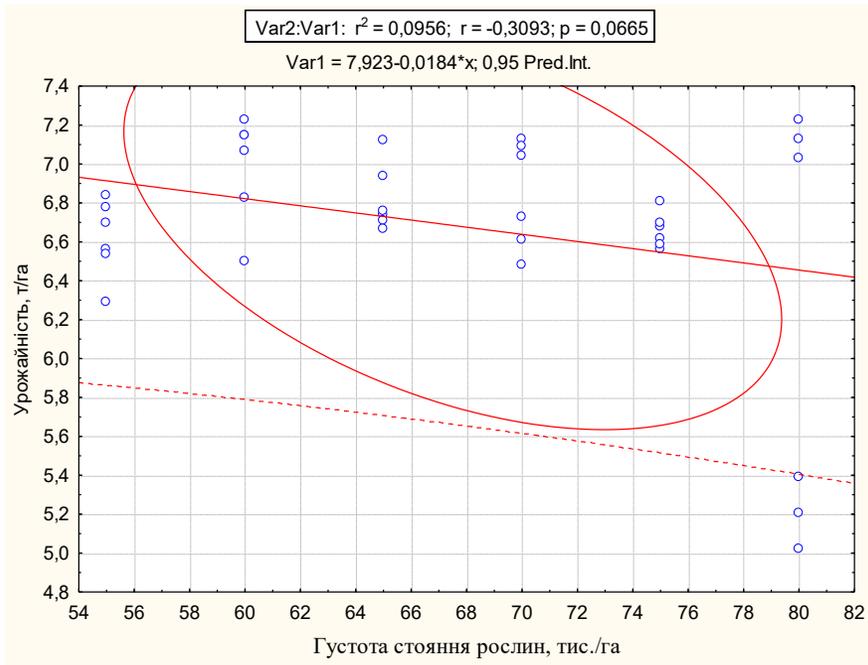


Рис. 3. Залежність урожайності середньопізніх гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, 2024-2025 рр.

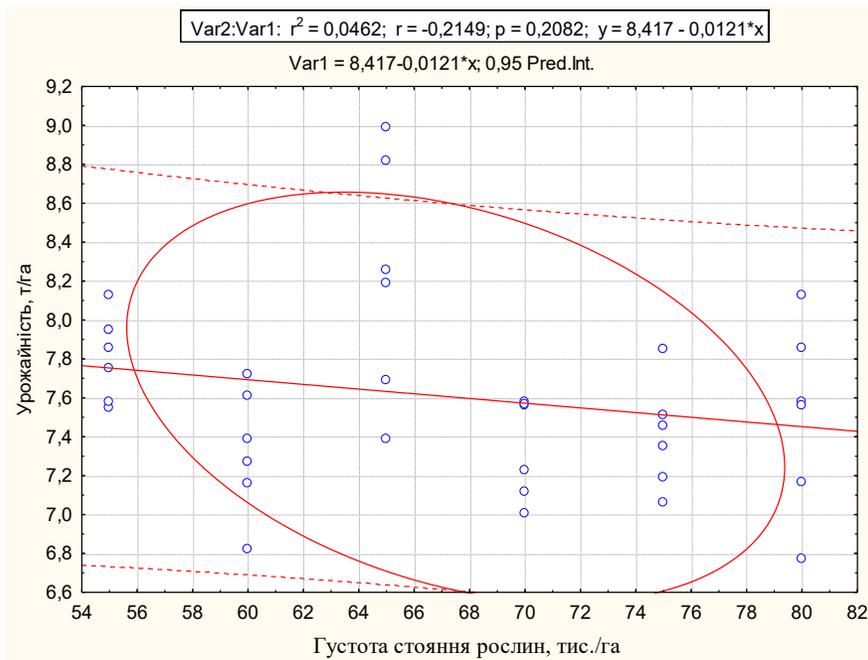


Рис. 4. Залежність урожайності середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, 2024-2025 рр.

Це свідчить про високу пластичність гібридів середньостиглої групи стиглості до зміни густоти стояння рослин у межах досліджуваного інтервалу. У цій групі не виявлено чітко вираженого оптимального рівня густоти для формування максимальної урожайності, що дає змогу рекомендувати ширший діапазон густоти – від 60 до 75 тис. рослин/га – без істотного ризику втрати врожаю.

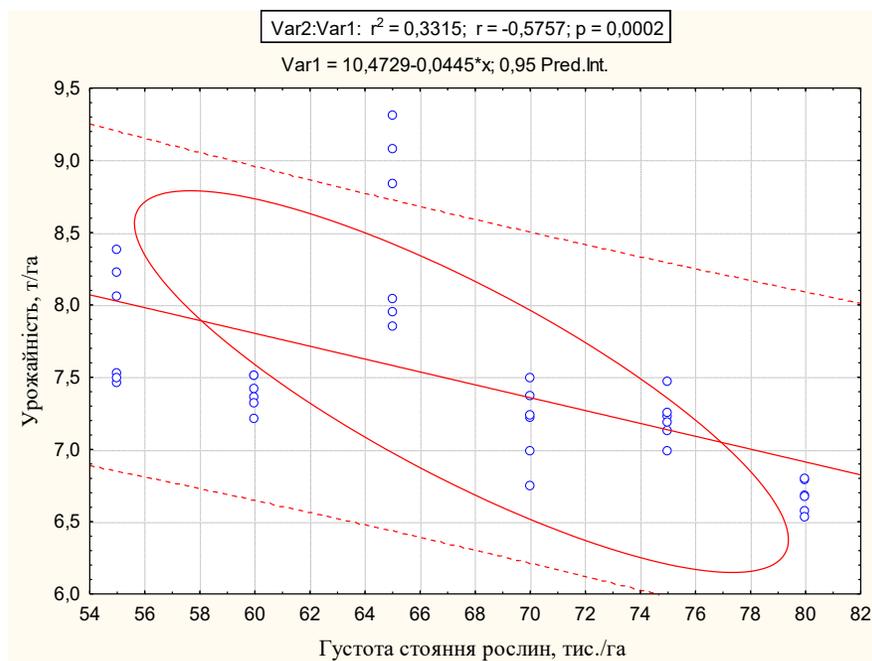


Рис. 5. Залежність урожайності середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, 2024–2025 рр.

Для середньоранніх гібридів кукурудзи коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,3315$  свідчить про те, що зміна густоти стояння пояснює близько 33 % варіації урожайності. Водночас виявлено достовірний зворотний кореляційний зв'язок між досліджуваними ознаками ( $r = -0,576$ ,  $p = 0,0002$ ), що вказує на тенденцію зниження урожайності при збільшенні густоти посіву понад оптимальні межі.

Найвищі значення урожайності формувалися за густоти 60–65 тис. рослин/га, що свідчить про доцільність використання помірної норми висіву для реалізації продуктивного потенціалу гібридів цієї групи стиглості. Підвищення густоти до 75–80 тис./га, навпаки, призводило до зменшення врожаю, що ймовірно зумовлено підвищеним рівнем конкуренції між рослинами за світло, вологу та елементи живлення.

Водночас незначна сила кореляції вказує на те, що реакція на зміну густоти є диференційованою й значною мірою залежить від специфіки гібриду кукурудзи, що узгоджується із виявленою суттєвою взаємодією факторів гібрид  $\times$  густота посіву.

Отже, отримані результати підкреслюють важливість оптимізації густоти стояння рослин і її індивідуального добору відповідно до біологічних особливостей гібридів.

### Висновки та перспективи.

1. Найбільш урожайним в умовах дослідження виявився гібрид ДКС 3937, який за оптимальної густоти 65 тис. рослин/га формував урожайність до 9,08 т/га. Цей гібрид можна рекомендувати для інтенсивного вирощування з орієнтацією на високий потенціал продуктивності.

2. Оптимальна густина стояння для більшості гібридів становила 65 тис./га, при перевищенні цього рівня у частини гібридів (зокрема, ДКС 5075) спостерігалось зниження урожайності. Це вказує на доцільність уникати надмірного загущення, особливо для гібридів середньої пластичності.

3. Вибір густоти посіву має здійснюватися з урахуванням біологічних особливостей гібриду – для стабільних і потужних форм допустимі вищі норми, тоді як менш пластичні гібриди потребують середнього рівня загущення.

4. За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що найбільш чутливою до зміни густоти виявилася середньорання група гібридів ( $R^2 = 0,3315$ ;  $r = -0,576$ ), для якої оптимальною була густина 60–65 тис. рослин/га. Для середньопізніх гібридів виявлено слабкий від'ємний зв'язок ( $r = -0,3093$ ;  $R^2 = 0,0956$ ), а для середньостиглих – дуже слабкий і недостовірний ( $r = -0,2149$ ;  $R^2 = 0,0462$ ). Найвища пластичність до загущення спостерігалася у середньостиглих гібридів, що дає змогу застосовувати ширший діапазон густоти без істотної втрати урожайності. Встановлено доцільність диференційованого підбору густоти стояння залежно від групи стиглості для ефективної реалізації продуктивного потенціалу кукурудзи.

5. За відносної стабільності погодних умов у роки дослідження (2024–2025) урожайність гібридів була досить рівномірною, що дає підстави рекомендувати ці гібриди для вирощування в умовах аналогічних кліматичних зон.

Перспективою подальших досліджень є вивчення адаптивної реакції нових гібридів кукурудзи на густання рослин в умовах різного агрофону та кліматичних зон, а також розробка індивідуалізованих рекомендацій щодо оптимальної густоти посіву для кожного гібриду з урахуванням їх продуктивності, стабільності та економічної ефективності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Баган А.В., Шакалій С.М., Юрченко С.О. Формування продуктивного потенціалу гібридів кукурудзи за групами стиглості. *Аграрні інновації*, 2022. № 113. С. 7-11. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.1>
2. Баган А.В., Шакалій С.М., Юрченко С.О., Іващенко В.М., Бараболя О.В., Покотило А.В. Формування біометричних показників та рівня урожайності гібридів кукурудзи за групами стиглості. *Зрошуване землеробство*. 2022. № 77. С. 5-8. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.1>.
3. Базиленко Є.О., Марченко Т.Ю., Індеси урожайності та ефективної продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп фао за різних строків сівби у Північному Степу України. *Таврійський науковий вісник* № 136. Частина 1 С. 30-40
4. Бомба М., Дудар І., Литвин О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від площі живлення. *Вісник Львівського нац. аграр. ун-ту. Серія «Агрономія»*. 2013. № 17 (2). С. 64–67.
5. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Пілярська О. О., Скакун В. М. Удосконалення елементів агротехніки вирощування нових гібридів кукурудзи в умовах Центрального Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2023. Том. 101. № 11. С. 55–61. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202311-08>.
6. Гаврилюк В.М. Гібриди кукурудзи: грані проблеми. *Насінництво*. 2015. № 3/4. С. 4–7.

7. Гангур, В. В., & Пелих, М. А. Вплив строків сівби та густоти рослин на урожайність гібридів кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. № 28(1). 2025 С. 75–80. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.13>
8. Жемела, Г. П., Бараболя, О. В., Ляшенко, В. В., Ляшенко С. С., Подоляк, В. А. Формування продуктивності зерна гібридами кукурудзи залежно від норми висіву. *Scientific Progress & Innovations*. 2021. № 1. С. 97–105. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.11>
9. Красенков С. В., Дудка М. І., Чабан В. І., Носов С. С., Березовський С. В. Реакція гібридів кукурудзи на густоту стояння рослин у Північній підзоні Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 66–71.
10. Кривенко А. І., Марткопльшвілі М. М. Особливості формування урожайності кукурудзи залежно від впливу елементів технології вирощування. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*, 2020. № 28. С. 201–209. <https://doi.org/10.47414/np.28.2020.230241>
11. Лебідь Є. М., Циков В. С., Пащенко Ю. М. [та ін.]. *Методика проведення польових дослідів з кукурудзою*. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
12. Міщенко О. В., Гангур В. В., Даніленко Є. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин в умовах Лівобережного Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27(2). С. 16–21. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.02.03>
13. Минкін М.В. Берднікова О. Г. Минкіна Г.О. Формування продуктивності кукурудзи на зерно залежно від живлення та густоти стояння в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник* № 106. С. 103-109
14. Іванів М.О., Сидякіна О.В., Гапула Є.А. Вплив густоти рослин та позакореневих підживлень мікродобривами на врожайність гібридів кукурудзи марки ДЕКАЛБ в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації* 2025. № 31 С. 59-66. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.31.10>
15. Сидякіна О. В., Іванів О. О. Сучасний стан і перспективи виробництва зерна кукурудзи. *Таврійський науковий вісник* 2023. № 130. С. 225–234. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.33>
16. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: монографія. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.
17. Цилюрик О. І., Тищенко В. О. Вплив густоти стояння рослин та рівня мінерального живлення на уміст хлорофілу в листках кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2024. № 27. С. 133–139. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.27.20>
18. Юрченко С. О., Степаненко Б. В., Хачатурян А. Е. Урожайність гібридів кукурудзи на зерно залежно від їх групи стиглості. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (4). С. 66–71. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.04.11>
19. Shakalii S.M., Bahan A.V., Yurchenko S.O., Marenych M.M., Liashenko V.V., Chetveryk O.O., Shokalo N.S., Zubenko V.V. Formation of grain yield in corn hybrids of different FAO groups depending on sowing dates and plant density. *Agronomy Research*. 2024. Vol. 22 (3). P. 1284–1296. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.24.076>

Дата першого надходження рукопису до видання: 21.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

# ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРобКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

---

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,  
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 636.2:631.582

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.22>

---

## ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ІНДЕКСНОГО ДОБОРУ КОРІВ У ПЛЕМІННОМУ СТАДІ ГОЛШТИНСЬКОЇ ПОРОДИ ДАНСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ

---

**Кобернюк В.В.** – к.с.-г.н.,

доцент біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

[orcid.org/0000-0001-7037-8269](https://orcid.org/0000-0001-7037-8269)

**Забродський Н.П.** – аспірант біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

[orcid.org/0009-0009-2533-5652](https://orcid.org/0009-0009-2533-5652)

У статті розглядається ефективність індексного добору корів-первісток голштинської породи данської селекції у племінному стаді. Мета дослідження полягала у визначенні результативності трьох методів індексної оцінки – індексу виробничої типовості М. В. Казаровця, селекційного індексу В. Ф. Вацького та продуктивної формули Й. З. Сірацького – а також розробці та апробації комплексного селекційного індексу (КСІ), що охоплює показники молочної продуктивності, екстер'єру, морфо-функціональних властивостей вимені та відтворної здатності.

Дослідження проведено на матеріалі 136 корів-первісток племзаводу ПАФ «Срчки» (Житомирська обл.). Оцінку продуктивності проводили за даними щомісячних доїнь та лабораторного визначення вмісту жиру й білка в молоці, екстер'єру та габарити вимені – стандартними промірами, відтворну здатність – за сервісним та міжотельним періодами та коефіцієнтом відтворювальної здатності.

Результати показали, що серед апробованих індексів найбільш результативною є продуктивна формула Й. З. Сірацького. Застосування КСІ дозволяє ефективно виділити селекційне ядро тварин із високою молочною продуктивністю (приріст надою за 305 днів – 2194 кг, молочного жиру – 87,7 кг, молочного білка – 74,6 кг), добре розвиненим тубом і молочною залозою (збільшення обхвату вимені – 15,8 см, його довжини – 8,1 см, ширини – 3,4 см, середньої глибини – 2,7 см; умовний об'єм – 9,6 л, швидкість молоковіддачі – 0,23 кг/

хв), а також із покращеними показниками відтворної здатності (скорочення тривалості відтворних періодів на 82,1 дня, підвищення коефіцієнта відтворної здатності на 0,15).

Отже, використання комплексного підходу до індексної оцінки корів-первісток дозволяє оптимізувати селекційний відбір, підвищити генетичний потенціал стада та забезпечити більш ефективне формування високопродуктивного племінного стада.

**Ключові слова:** голштинська порода, первістки, селекційний індекс, комплексний селекційний індекс, молочна продуктивність, відтворна здатність, морфо-функціональні властивості вимені.

**Koberniuk V.V., Zabrodskiy N.P. Assessment of the effectiveness of index selection of cows in the breeding herd of the Holstein breed of Danish selection**

*The article examines the effectiveness of index selection of first-born Holstein cows of Danish selection in a breeding herd. The purpose of the study was to determine the effectiveness of three index assessment methods – the production typicality index of M. V. Kazarovets, the selection index of V. F. Vatskiy, and the productive formula of Y. Z. Siratskiy – as well as to develop and test a complex selection index (CSI), which includes indicators of milk productivity, exterior, morpho-functional properties of the udder, and reproductive ability.*

*The study was conducted on 136 first-born cows from the PAF «Yerchyky» breeding farm (Zhytomyr region). Productivity was assessed based on monthly milking data and laboratory determination of fat and protein content in milk, exterior and udder dimensions – by standard measurements, reproductive capacity – by service and intercalary periods and the coefficient of reproductive capacity.*

*The results showed that among the tested indices, the most effective is the productive formula of Y. Z. Siratskiy. The use of the KSI allows to effectively select the breeding nucleus of animals with high milk productivity (increase in milk yield in 305 days – 2194 kg, milk fat – 87.7 kg, milk protein – 74.6 kg), well-developed body and mammary gland (increase in udder girth – 15.8 cm, its length – 8.1 cm, width – 3.4 cm, average depth – 2.7 cm; conditional volume – 9.6 l, milk yield rate – 0.23 kg/min), as well as with improved reproductive performance (reduction in the duration of reproductive periods by 82.1 days, increase in the reproductive performance coefficient by 0.15).*

*Therefore, the use of a comprehensive approach to index assessment of primiparous cows allows optimizing breeding selection, increasing the genetic potential of the herd, and ensuring more effective formation of a highly productive breeding herd.*

**Key words:** Holstein breed, first-born, selection index, complex selection index, milk production, reproductive ability, morpho-functional properties of the udder.

**Постановка проблеми.** Підвищення ефективності селекційно-племінної роботи у молочному скотарстві є одним із ключових завдань сучасної аграрної науки. Традиційні методи відбору тварин за окремими ознаками часто не забезпечують комплексного покращення генетичного потенціалу стада. Розроблення та практичне впровадження системи оцінювання племінної цінності корів, спрямованої на підвищення їхнього генетичного потенціалу за рівнем молочної продуктивності, відтворювальними якостями та стійкістю до захворювань із застосуванням селекційних індексів, є важливим і актуальним напрямом розвитку тваринництва України.

Сучасна селекція молочної худоби має ґрунтуватися на системному підході, за якого методи відбору й добору оптимізуються з урахуванням основних закономірностей передавання спадкової інформації в відкритих і закритих популяціях тварин. Перспективні селекційні програми повинні брати до уваги відносний вплив материнської спадковості, роль жіночих предків, видатних родоначальниць родин і корів-рекордисток у формуванні високопродуктивних генотипів, спиратися на індексну селекцію, забезпечувати підвищення плодючості та тривалості господарського використання тварин, їхню стійкість до захворювань, а також оцінювати еколого-генетичні показники, зокрема стабільність і пластичність продуктивності, що відображають чутливість різних генотипів до умов середовища.

Тому в останні десятиріччя все більшого поширення набуває індексна селекція, що базується на багатфакторному оцінюванні тварин за сукупністю господарсько-корисних ознак.

Проте ефективність застосування індексного добору у конкретних виробничих умовах залишається недостатньо дослідженою, що обмежує можливість її широкого впровадження у практику племінної роботи.

**Аналіз публікацій.** В Україні також проведено низку досліджень, присвячених індексному добору, які підтвердили ефективність застосування індексної селекції у молочному скотарстві [2-5,11].

За результатами попередніх робіт [6, 9, 12] встановлено, що використання селекційних індексів забезпечує більш об'єктивну й точну оцінку племінної цінності тварин.

Водночас залишається актуальним питання адаптації індексної методики до конкретних виробничих умов господарств із урахуванням екстер'єрних, відтворних та економічних характеристик.

Відтак, **метою дослідження** є визначення ефективності відбору корів-первісток за різними селекційними індексами у стаді голштинської породи данської селекції.

**Матеріали та методика досліджень.** Матеріалом для досліджень слугували дані щодо племінного та продуктивного використання 136 корів-первісток голштинської породи данської селекції, які утримуються у племзаводі ПАФ «Єрчики» Житомирської області. Середній надій за лактацію становить близько 10 000 кг молока, а в селекційному ядрі – понад 12 000 кг. Ремонтні телиці вирощуються до віку 15–16 місяців із середньодобовими приростами на рівні 660–720 г. Контроль за технологічними та селекційними процесами здійснюється за допомогою автоматизованої інформаційної системи АІС «ОРСЕК».

Корови-первістки підлягали оцінюванню за екстер'єрними ознаками, показниками молочної продуктивності та відтворної здатності. Екстер'єр і тип конституції визначали шляхом індивідуального зважування тварин та проведення стандартних промірів основних статей тіла. Молочну продуктивність за 305 днів лактації встановлювали на основі щомісячних контрольних доїнь із одночасним визначенням у добових пробах молока вмісту жиру та білка за допомогою приладу «Екомілк КАМ-98.2А».

Відносну молочність розраховували як відношення кількості молока з вмістом 4 % жиру, надосного за 305 днів лактації, на 100 кг живої маси тварини.

Відтворну здатність корів оцінювали за тривалістю сервісного та міжотельного періодів, а також за коефіцієнтом відтворення, який визначали як відношення кількості днів у році до тривалості міжотельного періоду. Для проведення аналізу було використано три селекційні індекси:

індекс виробничої типовості М. В. Казаровця [7]:

$$ІВТ = \frac{(МЖ \times 27,7) \times ІД}{ЖМ \times ІЗ},$$

селекційний індекс В. Ф. Вацького [1]

$$СІ = МЖ \times КВЗ$$

продуктивну формулу Й. З. Сірацького [6]:

$$ПФ = \frac{МЖ \times 365 \times ШК}{МОП \times ШГ}$$

де ЖМ-жива маса; МЖ – молочний жир; ІД – індекс довгоногості; ІЗ – індекс збитості; КВЗ – коефіцієнт відтворності; ШГ – ширина грудей.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Усі використані для аналізу індекси включають комплексний показник молочної продуктивності – вміст молочного жиру, що зумовлює їхню досить високу кореляцію з надоєм, яка коливається від +0,698 (індекс ПФ Й. З. Сірацького) до +0,742 (індекс ІВТ М. В. Казаровця) (табл. 1).

Таблиця 1

**Взаємозв'язок між рівнем надою та різними показниками селекційних індексів**

Назва індексів	Середні показники індексу (ліміти)	Взаємозв'язок між рівнем надою (r)
Індекс виробничої типовості	4,1 (2,4-6,1)	+0,742
Селекційний індекс	183,5 (89,7-260,9)	+0,711
Продуктивна формула	195,8 (97,3-345,8)	+0,698

Тих самих 136 корів-первісток було послідовно розподілено за кожним із трьох індексів на три групи – з високими (І), середніми (ІІ) та низькими (ІІІ) значеннями індексу – у співвідношенні 1 : 2 : 1, що відповідає нормальному розподілу ознаки. У таблиці 2 подано параметри основних показників продуктивності для кожної з груп.

Таблиця 2

**Результати розподілу корів-первісток відповідно до різних селекційних індексів**

Показники, одиниці виміру	Індекс виробничої типовості			Селекційний індекс			Продуктивна формула		
	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ
Жива маса	504,1	510,2	531,0	543,1	506,9	498,8	539,6	511,0	494,0
Надій за 305 днів, кг	8729	7476	6508	8731	7393	6669	8675	7454	6603
Жирномолочність, %	3,79	3,69	3,77	3,81	3,79	3,75	3,69	3,80	3,74
Білкомолочність, %	3,18	3,17	3,13	3,20	3,18	3,09	3,17	3,19	3,10
Тривалість сервіс-періоду, днів	151,4	136,4	118,5	104,4	120,0	198,4	110,6	122,2	187,6
Коефіцієнт відтворної здатності	0,84	0,88	0,92	0,94	0,91	0,76	0,93	0,90	0,78

Динаміка показників молочної продуктивності при всіх варіантах розподілу є подібною: відбір корів-первісток за будь-яким із показників сприяє підвищенню надоїв без зниження вмісту жиру та білка в молоці. Це пояснюється тим, що до складу кожної формули входить показник продукції молочного жиру. Різниця між групами І та ІІІ за надоєм становить 2221 кг при розподілі за індексом виробничої типовості, 2061 кг – за селекційним індексом, і 2072 кг – за продуктивною формулою.

Так, при розподілі за індексом виробничої типовості жива маса у високопродуктивних корів І групи є найнижчою (504,1 кг проти 531,0 кг), тоді як при використанні двох інших індексів вона, навпаки, закономірно найвища – 543,1 і 539,6 кг відповідно. Це пояснюється тим, що у формулі індексу виробничої типовості жива маса розміщена у знаменнику.

Економічна ефективність розведення молочної худоби значною мірою залежить від її відтворної здатності. Це питання має особливу актуальність для голштинізованих тварин. Як селекційний індекс, так і продуктивна формула враховують не лише продукцію молочного жиру, а й коефіцієнт відтворної здатності (365/МОП). Завдяки цьому високопродуктивні первістки, відібрані за цими індексами, характеризуються майже оптимальними показниками відтворення: тривалість сервіс-періоду становить 104,4 і 110,6 дня, а коефіцієнт відтворної здатності – 0,91 і 0,94 відповідно. Водночас у корів І групи, відібраних за індексом виробничої типовості, ці показники є гіршими – 151,4 дня і 0,84. Аналіз структури індексів показує, що індекс виробничої типовості включає показники молочного жиру, живої маси та два індекси будови тіла; селекційний індекс охоплює молочний жир і коефіцієнт відтворної здатності, а продуктивна формула – молочний жир, коефіцієнт відтворної здатності й статевий індекс.

Жоден із використаних індексів не враховує характеристик вимені, хоча саме молочна залоза є головним органом, що забезпечує утворення молока. У племінних господарствах, зокрема й у приватній агрофірмі «Єрчики», оцінку корів-первісток зазвичай проводять за чотирма групами ознак: екстер'єром і конституцією, молочною продуктивністю, морфо-функціональними властивостями вимені та відтворною здатністю.

Тому, Л.М. Піддубною [10] було запропоновано комплексний селекційний індекс (КСІ), який охоплює основні показники з кожного блоку та включає прості й наочні критерії, що зазвичай використовуються під час оцінки первісток:

$$КСІ = \frac{МЖ \times 365 \times ГВ}{МОП \times ГТ},$$

де ГВ – габарити вимені (ДВ+ШВ+СГВ), ГТ – габарити тулуба (ГТ+ШК+КДТ).

Середнє значення індексу становило 71,2, коливаючись у межах від 27,2 до 119,9, а його кореляція з надосем дорівнювала +0,729. Проведена диференціація 136 корів за комплексним селекційним індексом підтвердила його результативність.

Зі зростанням комплексного селекційного індексу відмічається чітка тенденція до збільшення всіх масо-метричних ознак: жива маса зросла на 38,8 кг, висота в холці – на 6,2 см, обхват грудей – на 7,4 см, коса довжина тулуба – на 2,6 см, ширина в клубках – на 2,5 см ( $P < 0,001-0,05$ ) (табл. 3).

Отже, корови-первістки з високим рівнем продуктивності передусім відзначаються оптимальною живою масою, яка виступає узагальненим показником їх росту й розвитку та відображає ступінь адаптації до конкретних природно-кліматичних умов і рівень кормового забезпечення. Провідною селекційною ознакою молочної худоби, без сумніву, є молочна продуктивність. Зі зростанням значення індексу приріст надою за 305 днів лактації становив 2194 кг, виходу молочного жиру – 87,7 кг, молочного білка – 74,6 кг при високому рівні статистичної достовірності ( $P < 0,001$ ).

Селекційний відбір корів за комплексним селекційним індексом сприятиме істотному покращенню морфо-функціональних характеристик вимені. Зокрема, приріст обхвату вимені становив 15,8 см, його довжини – 8,1 см, ширини – 3,4 см,

середньої глибини – 2,7 см. Водночас відмічено позитивні зміни функціональних властивостей молочної залози: умовний об'єм збільшився на 9,6 л, а швидкість молоковіддачі – на 0,23 кг/хв, що підтверджується статистичною достовірністю ( $P < 0,001-0,05$ ).

Таблиця 3

**Результати селекційної оцінки корів-первісток  
із використанням комплексного індексу**

Показники, одиниці виміру	Групи			Різниця високий-низький
	високий (95,2) n=34	середній (65,5) n=68	низький (45,2) n=34	
Жива маса, кг	542,5±5,38	504,8±4,98	503,7±8,20	+38,8±7,65***
Проміри тулуба, см: висота в холці	143,1±0,82	139,5±0,59	136,9±0,92	+6,2±1,35***
глибина грудей	79,1±0,50	78,2±0,52	76,2±0,51	+2,9±0,72**
обхват грудей	210,1±1,29	205,7±1,10	202,7±1,95	+7,4±2,10***
коса довжина тулубу	152,6±1,02	151,4±0,64	149,6±0,86	+2,6±1,33**
ширина в клубках	51,7±0,43	50,2±0,31	49,2±0,51	+2,5±0,70**
Проміри вим'я, см: обхват	139,9±1,57	130,1±1,11	125,2±1,79	+14,7±2,39***
довжина	46,9 ±0,70	41,8±0,45	39,0±0,97	+7,9 ±1,22***
ширина	34,8±0,42	32,9±0,31	31,6±0,52	+3,2±0,67***
середня глибина	29,9±0,61	27,9±0,37	26,2±0,65	+3,7±0,89**
Умовний об'єм вим'я, л	23,7±0,84	19,5±0,42	17,2±0,75	+6,5±1,10***
Швидкість молоко- віддачі, кг/хв	1,75 ±0,079	1,65±0,059	1,50±0,075	+0,25±0,107*
Надій за 305 днів, кг	8815±155,6	7392±103,1	6621 ±108,5	2194±198,1***
Жирномолочність, %	3,69±0,034	3,70±0,028	3,68±0,038	-0,01±0,048
Молочний жир, кг	325,3±5,59	273,5±3,57	243,6±3,86	87,7±7,75***
Білкомолочність, %	3,19±0,026	3,17±0,020	3,12 ±0,022	0,07±0,035*
Молочний білок, кг	281,2±4,59	234,3±3,20	206,6±3,34	74,6±5,78***
Тривалість, днів: сервіс-періоду	106,1±7,95	119,2±7,02	187,2±12,99	-81,1±15,20***
міжотельного періоду	398,1±7,95	402,5±7,00	465,2±12,95	-67,1±15,21***
Коефіцієнт відтворної здатності	0,92±0,019	0,91±0,017	0,79±0,022	+0,13±0,029***

Водночас застосування такого підходу до відбору забезпечить істотне скорочення тривалості відтворювальних періодів – на 82,1 дня, що, у свою чергу, зумовить підвищення коефіцієнта відтворної здатності на 0,15 при високому рівні статистичної достовірності ( $P < 0,001$ ).

Отже, використання запропонованого селекційного індексу при диференціації корів-первісток забезпечує формування селекційного ядра тварин, що поєднують високу молочну продуктивність, добре розвинений тулуб і молочну залозу та

майже оптимальні показники відтворної здатності. Застосування індексної оцінки, яка враховує комплекс селекційно значущих ознак, має переваги над відбором за однією ознакою, оскільки дозволяє об'єктивніше оцінювати племінну цінність корів і отримувати потомство з компенсованими недоліками окремих показників.

**Висновки.** 1. Із трьох апробованих методів індексної оцінки – індексу виробничої типовості М. В. Казаровця, селекційного індексу В. Ф. Вацького та продуктивної формули Й. З. Сірацького – найбільш результативною для стада корів голштинської породи данської селекції виявилася продуктивна формула Й. З. Сірацького.

2. Розроблено комплексний селекційний індекс (КСІ), застосування якого дає змогу сформувати селекційне ядро корів, що поєднують високий рівень молочної продуктивності з гармонійно розвиненим тулубом і вим'ям та задовільними показниками відтворної здатності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вацький В. Ф. Удосконалення способу оцінки великої рогатої худоби за генотипом: автореф. дис. канд. с.-г. наук: спец. 06.02.01. Харків, 1986. 25 с.
2. Горлов О. І. Удосконалена методика визначення генетичних кореляцій для селекційних індексів. *Асканія-Нова*, 2001. 28 с.
3. Гончаренко І. В. Селекційні індекси молочних корів. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 12. С. 47–50.
4. Гончаренко І. В. Селекційні індекси у системі селекції молочних корів. Київ : *Аграрна наука*, 2007. 74 с.
5. Дідківський В. О. Селекційно-генетичні аспекти створення високопродуктивного молочного стада : автореф. дис. канд. с.-г. наук. Київ. Чубинське, 2007. 20 с.
6. Екстер'єр молочних корів: перспективи оцінки і селекції : монографія / Й. З. Сірацький, Я. Н. Данилків, О. М. Данилків та ін. ; за ред. Й. З. Сірацького, Є. І. Федорович. Київ : Науковий світ, 2001. 146 с.
7. Kazarovets N. V. 1999. Sistema sovershenstvovaniya populyatsii chernopetrogo skota na osnove printsipov krupnomasshtabnoy selektsii : avtoref. dis. na soiskanie uchen. stepeni doktora s.-kh. nauk : spets. 06.02.01. The system of the improvement of the black-white cattle population on the basis of large-scale selection principles : abstract of thesis for the science degree of doctor of agricultural sciences : specialty 06.02.01. Zhodino. 39
8. Методологія оцінки змін у популяціях молочної худоби як засіб визначення стратегії їх селекційного удосконалення / С. Ю. Рубан, О. І. Костенко, В. О. Даншин, П. П. Бакадоров. *Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України*. 2009. Вип. 138. С. 39–47.
9. Піддубна Л. М. Генезис чорно-рябої молочної худоби у відкритій породній популяції : автореф. дис. д-ра с.-г. наук : спец. 06.02.01. Львів, 2015. 41 с.
10. Піддубна Л. М. Ефективність індексної селекції у стаді молочної худоби. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Тваринництво». Суми, 2018. Вип. 2 (34). С. 80-85
11. Прогнозування продуктивності молочних корів / І. П. Петренко, Ю. П. Полупан, М. С. Гавриленко, О. І. Мохначова. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2003. Вип. 7. С. 163–169.
12. Фіалова С. Селекційний індекс по-українському. Пропозиція. 2005. № 6. С. 116–118.

Дата першого надходження рукопису до видання: 21.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 636.5:615.3

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.23>

## КОМПЛЕКСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ВІТАМІНІВ А І Е У ГОДІВЛІ ПЕРЕПЕЛІВ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ІНКУБАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ

**Любенко О.І.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва та переробки с.-г. продукції  
імені академіка В.Г. Пелиха,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

[orcid.org/0000-0002-1057-4054](https://orcid.org/0000-0002-1057-4054)

**Корбич Н.М.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва та переробки с.-г. продукції  
імені академіка В.Г. Пелиха,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

[orcid.org/0000-0002-0266-8181](https://orcid.org/0000-0002-0266-8181)

У статті досліджується вплив застосування вітамінів А і Е, а також їх комбінації, до раціону батьківського поголів'я японських перепелів на основні показники відтворної здатності, інкубаційні параметри та збереженість молодняку. Проведені експерименти показали, що введення цих жиророзчинних вітамінів у раціон сприяє поліпшенню фізіологічного стану самок, підвищенню несучості та покращенню якості яєць. Встановлено, що оптимальне поєднання вітамінів А і Е в дозі 12000 МО/ кг корму та 50 мг/кг корму позитивно впливає на структуру яйця, його масу, а також на розвиток зародка, що, у свою чергу, підвищує рівень виходу конденційного молодняку та його збереженість у перші дні після інкубації.

Дослідження підтвердили, що комплексне застосування цих вітамінів дозволяє максимально реалізувати генетичний потенціал птиці, забезпечує стабільну продуктивність батьківського стада та поліпшує показники інкубаційного процесу, вітаміни А і Е сприяють підвищенню резистентності організму до стресових факторів, підтримують імунну систему та активізують обмінні процеси, що відображається на загальному здоров'ї птиці та якості отриманого молодняку. Отримані дані свідчать про практичну доцільність введення вітамінів у раціон японських перепелів для підвищення економічної ефективності птахівництва та покращення продуктивних характеристик стада. Використання комбінації вітамінів А і Е може бути рекомендовано як ефективна стратегія для підтримки репродуктивної здатності птиці, оптимізації інкубаційних показників та підвищення збереженості молодняку. Ці результати мають значення для практичної птахівничої діяльності та наукових розробок у сфері поживної підтримки батьківського поголів'я японських перепелів.

**Ключові слова:** японські перепели, вітамін А, вітамін Е, репродуктивні показники, інкубаційні показники, молодняк.

### **Liubenko O.I., Korbych N.M. Combined Use of Vitamins A and E in Quail Nutrition and Its Effect on Reproductive and Incubation Parameters**

The article investigates the effect of supplementing vitamins A and E, as well as their combination, in the diet of parental Japanese quail on key reproductive traits, incubation parameters, and chick survival. The conducted experiments showed that the inclusion of these fat-soluble vitamins in the diet contributes to the improvement of the physiological condition of the females, increased egg production, and enhanced egg quality. It was found that the optimal combination of vitamins A and E at doses of 12,000 IU/kg of feed and 50 mg/kg of feed positively affects egg structure, egg weight, and embryo development, which, in turn, increases chick survival and viability during the first days after incubation.

© Любенко О.І., Корбич Н.М., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

*The study confirmed that the combined use of these vitamins allows for the full realization of the genetic potential of the birds, ensures stable productivity of the parental flock, and improves incubation outcomes. Vitamins A and E enhance the organism's resistance to stress factors, support the immune system, and stimulate metabolic processes, which is reflected in the overall health of the birds and the quality of the chicks produced.*

*The obtained data indicate the practical feasibility of incorporating these vitamins into the diet of Japanese quail to increase the economic efficiency of poultry farming and improve the productive characteristics of the flock. The use of a combination of vitamins A and E can be recommended as an effective strategy for supporting the reproductive performance of birds, optimizing incubation parameters, and increasing chick survival. These results are significant for practical poultry production and scientific research in the field of nutritional support for parental Japanese quail.*

**Key words:** Japanese quail, vitamin A, vitamin E, reproductive traits, incubation parameters, chicks

**Постанова проблеми.** Синергія вітамінів полягає у тому, що спільне застосування двох або більше вітамінів забезпечує потужніший ефект, ніж їх окреме використання. У перепелівництві особливу увагу приділяють комбінації вітамінів А і Е, оскільки їх взаємодія сприяє покращенню відтворювальних показників, підвищенню несучості та збереженості молодняку. Питання підвищення продуктивності та здоров'я японських перепелів є актуальним у сучасному птахівництві, репродуктивні показники та збереженість молодняку значною мірою залежать від раціону батьківського поголів'я, особливу увагу приділяють вітамінам, які виконують важливі фізіологічні та біохімічні функції.

**Постановка завдання.** Жиророзчинні вітаміни зазвичай вводять через корм у вигляді преміксів або готових сумішей. Дози підбираються залежно від віку, стадії продуктивності та фізіологічного стану перепелів. Можливе комбіноване застосування вітамінів А і Е, що забезпечує синергічний ефект, підвищуючи репродуктивні показники та якість молодняку, забезпечує нормальну продуктивність та несучість перепелів, підвищує якість яєць та збереженість молодняку, сприяє підтримці імунітету та загального стану здоров'я птиці.

Вітамін А відповідає за нормальний обмін речовин, підтримку слизових оболонок і зору, а також впливає на формування імунної системи. Вітамін Е – потужний антиоксидант, який захищає клітинні мембрани від окисного стресу та підвищує репродуктивні функції у птиці. Попередні дослідження показують, що комбінація цих вітамінів може мати синергічну дію, підвищуючи продуктивність та збереженість молодняку, тому метою наших досліджень було оцінити ефективність використання вітамінів А і Е та їх комбінації у раціоні батьківського поголів'я японських перепелів. Застосування вітамінів А і Е комбіновано забезпечує більш виражений позитивний ефект на продуктивність, репродуктивні показники та збереженість виведеного молодняку, ніж використання кожного вітаміну окремо, це робить їх поєднане застосування особливо доцільним у батьківських стадах японських перепелів, де від фізіологічного стану птиці залежить якість потомства [1, 2, 3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вітаміни є незамінними біологічно активними речовинами, які забезпечують нормальний обмін речовин, підтримують репродуктивні функції, зміцнюють імунітет та сприяють росту та розвитку молодняку. У перепелівництві вітамінна годівля є одним із ключових чинників, що впливають на продуктивність, якість яєць та збереженість молодняку. Жиророзчинні вітаміни: вітамін А – необхідний для нормального функціонування слизових оболонок, зору та репродуктивної системи; вітамін D<sub>3</sub> – забезпечує нормальне засвоєння кальцію і фосфору, сприяє міцності шкаралупи яєць; вітамін Е

(токоферол) – антиоксидант, підвищує запліднюваність яєць, активність сперматозоїдів, нормальний розвиток ембріонів і молодняку; вітамін К – необхідний для згортання крові.

Водорозчинні вітаміни: вітаміни групи В ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_6$ ,  $B_{12}$ ) – регулюють обмін речовин, підтримують нервову систему та апетит птиці. Вітамін С – стимулює імунну систему, знижує негативний вплив стресових факторів, особливо у періоди високих температур або інтенсивної продуктивності.

Методи введення вітамінів має важливе значення, через корм – найпоширеніший спосіб, вітаміни додають у вигляді преміксів або готових вітамінних сумішей, це забезпечує рівномірне споживання і стабільний рівень поживних речовин у раціоні. Через воду для пиття – застосовується для короткострокової стимуляції або при нестачі вітамінів у кормі, вітамінні розчини готують у дозах відповідно до віку, продуктивності та фізіологічного стану птиці [3, 5, 9].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У батьківських стадах особливо важлива комбінована годівля вітамінами А і Е, що покращує якість яєць та підвищує виводимість молодняку, дози вітамінів повинні відповідати нормативним рекомендаціям, оскільки їх надлишок може бути токсичним, а нестача – призводить до зниження продуктивності та імунітету.

Вітамінна годівля повинна бути регулярною та збалансованою, з урахуванням віку, стадії продуктивності та умов утримання перепелів, що дасть можливість підвищити несучість та стабільність репродуктивної функції, покращення показників інкубації та збереженості молодняку, зміцнення імунітету та підвищення стійкості до стресових факторів, підтримка нормального росту, розвитку та загального стану здоров'я птиці.

Вітамін Е (токоферол) є потужним антиоксидантом, який виконує важливу роль у підтримці нормальних фізіологічних процесів у птиці, його дія проявляється у підвищенні запліднюваності яйцеклітин, покращенні активності сперматозоїдів самців, а також у забезпеченні нормального розвитку ембріонів і молодняку. Достатній рівень токоферолу в раціоні сприяє стабільній репродуктивній функції та покращенню інкубаційних показників [1, 3].

Для дослідження дії вітамінів А і Е на підвищення відтворювальних якостей японських перепелів було створено чотири групи перепелів батьківського поголів'я по 120 голів (з 100 голів самочок та 20 голів самців) у кожній (таб. 1), зазначене поголів'я утримувалося в умовах ФОП «Гордієнко І.О.», поголів'я перепелів тримали в кліткових батареях, розроблених за власною конструкцією, мікрокліматичні параметри та кормові раціони були ідентичними для кожної групи поголів'я батьківського стада та були відповідними до нормативних показників.

Подальші експериментальні дослідження з інкубаційними яйцями та ембріонами проводились в науково-дослідній лабораторії кафедри технології виробництва і переробки сільськогосподарської продукції імені академіка В.Г. Пелиха Херсонського державного аграрно-економічного університету. Для дослідження використовували яйця та ембріони японських перепелів. Інкубацію перепелиних яєць здійснювали в лабораторному інкубаторі Птаха – 130 з дотриманням вимог щодо процесу інкубації, за оптимальної температури для перепелиних яєць  $37,7^{\circ}\text{C}$  на 1-14 добу, та  $37,3^{\circ}\text{C}$  на 14-17 добу. Для визначення впливу вітаміну А і Е на процеси інкубації, нами було сформовано чотири групи-аналогів інкубаційних яєць, яйця першої групи це були контрольною групою без використання вітамінів, інші три групи це дослідні Під час досліду підтримувалась необхідна відносна вологість в інкубаторі.

Таблиця 1

## Схема дослідів

Група	Рацион для поголів'я батьківського стада	Доза вітаміну А (МО/кг корму)	Доза вітаміну Е (мг/кг корму)	Призначення
1	Контроль	-	-	Базова продуктивність без додаткових вітамінів
2	Дослідна А	12 000	-	Вплив вітаміну А
3	Дослідна Е	-	50	Вплив вітаміну Е
4	Комбінована А+Е	12 000	50	Синергетичний вплив вітамінів А + Е

При вирощуванні японських перепелів в умовах ФОП «Гордієнко І.О.» було отримано наступні результати (табл. 2), жива маса поголів'я батьківського стада контрольної та дослідних групах була майже однаковою і коливалась від 165,2 г до 166,1 г. Із віком цей показник як у дослідних, так і контрольній групах збільшувався, але перевагу мав молодняк перепелів дослідних груп, які отримували до основного раціону вітамін А і Е.

Таблиця 2

## Жива маса японських перепелів під час формування батьківського стада, г

Вік, діб	Група			
	1	2	3	4
35	165,3±0,54	164,8±0,48*	166,1±0,62**	165,2±0,53**
42	194,3±0,38	205,1±0,56*	206,3±0,73**	208,2±0,74**
49	238,6±0,82	247,4±1,05*	248,7±0,81**	255,1±1,04**
56	269,1±1,04	276,8±1,02*	278,9±0,95**	286,6±1,06**

Жива маса впливає на формування яєць у перепелів, причому більша жива маса тіла зазвичай корелює з вищою продуктивністю та якістю яєць, більші перепілки-несучки з вищою живою масою часто несуть яйця більшого розміру та маси, а також мають вищу яєчну продуктивність, недостатня жива маса може призвести до зниження несучості та якості яєць.

У перепелів з вищою живою масою спостерігається вища загальна кількість знесених яєць за рік, маса яєць, знесених перепілкою за рік, може в рази перевищувати її власну масу, тому збереження належної живої маси є критично важливим для стабільного виробництва інкубаційних яєць. Недостатній розвиток птиці (низька жива маса) може бути наслідком неправильного утримання або годівлі, що також негативно впливає на формування яєць. Дані таблиця 3 демонструє, як добавки вітаміну А і Е вплинули на несучість, масу яєць та витрати корму у перепілок батьківського поголів'я під час згадування вітаміну А і Е [3, 4, 7, 9].

Несучість японських перепілок є однією з ключових господарсько корисних ознак, що визначає економічну ефективність їх утримання. Японські перепілки (*Coturnix japonica*) характеризуються раннім настанням статевої зрілості та високою інтенсивністю несучості, що вигідно відрізняє їх від інших видів сільськогосподарської птиці.

Таблиця 3

**Продуктивність перепілок батьківського стада  
при застосуванні вітамінів А і Е**

Показник	Групи			
	1 (К)	2	3	4
Несучість на початкову несучку, шт.:				
– всього	63,5	67,8	70,0	77,6
– за місяць	18,1±0,89	19,2±0,64*	19,7±0,80*	23,3±0,89**
Несучість на середню несучку, шт.:				
– всього	80,5	84,8	89,6	97,7
– за місяць	20,1±1,17**	21,4±0,93***	22,9±0,77**	24,4±1,40***
Інтенсивність несучості, %	66,97±3,90**	71,40±3,08***	76,25±2,14**	81,41±4,15***
Маса яєць, г	11,56±0,05***	12,14±0,06***	12,41±0,09***	13,12±0,08***
Витрати корму:				
– на 10 яєць, кг	0,484±0,027	0,420±0,217**	0,415±0,036**	0,384±0,020***
– на 1 кг яєчної маси, кг	4,19±0,16	3,46±0,06**	3,11±0,07**	2,92±0,14**

Статева зрілість у японських перепілок настає у віці 35-45 діб, після чого самки швидко входять у фазу стабільної продуктивності. За оптимальних умов утримання й повноцінної годівлі річна несучість становить у середньому 260-300 яєць на одну самку, а в окремих високопродуктивних лініях може досягати 320 яєць.

Несучість японських перепілок значною мірою залежить від умов годівлі, збалансованості раціону за енергією, протеїном, амінокислотами, мінеральними речовинами та вітамінами, особливо А, D, Е і групи В. Важливу роль відіграють також умови утримання: тривалість світлового дня (оптимально 16-17 годин), температура повітря (18-22 °С), щільність посадки та рівень стресових факторів.

Пікова несучість зазвичай припадає на 2-6 місяць продуктивного періоду, після чого поступово знижується. Яйця японських перепілок мають масу в середньому 10-12 г, характеризуються високою харчовою цінністю та добрими інкубаційними властивостями за умов належного утримання батьківського поголів'я, висока та стабільна несучість японських перепілок є результатом поєднання генетичних особливостей виду з оптимізованими умовами годівлі та утримання [3, 4, 7, 9].

Вплив вітамінів А і Е на показник несучості: несучість на середню несучку у контрольній групі становила – 80,5 шт, тоді як в четвертій групі (комбіноване використання вітаміну А+Е) – 97,7 шт (+17,2 шт до контролю).

Необхідно зауважити, що вітамін А покращив колір жовтка та підвищив вміст каротиноїдів, вітамін Е підвищив міцність шкаралупи та стабілізував хімічний склад білка та жовтка, а комбінація А+Е дала найбільш збалансовані показники якості яєць.

Інкубаційні показники: у контрольній групі вивід молодняку склав 75%, збереженість молодняку 70%, при комбінованому застосуванні вітамінів А і Е показник виводу молодняку досяг 84%, збереженість 80%, що свідчить про позитивний ефект вітамінного забезпечення. У групах з додаванням вітамінів відзначалася більш активна поведінка, покращене оперення та менша кількість випадків стресових реакцій. Результати дослідження підтверджують, що вітаміни А і Е

діють синергійно, підвищуючи репродуктивні показники та покращуючи якість молодняку. Вітамін А забезпечує нормальний розвиток репродуктивної системи та імунну підтримку, а вітамін Е захищає клітини від окисного стресу та підвищує збереженість ембріонів під час інкубації. Застосування комбінації вітамінів є більш ефективним, ніж використання кожного окремо, що узгоджується з даними літератури про синергізм антиоксидантів та каротиноїдів у птахівництві. Разом із тим, для більш комплексного обґрунтування доцільності застосування вітамінів у годівлі японських перепелів доцільно враховувати параметри мікроклімату, умови утримання та щільність посадки, оскільки ці чинники також впливають на продуктивність і фізіологічний стан птиці, використання вітамінів А і Е у раціоні батьківського поголів'я японських перепелів підвищує несучість та покращує якість яєць, комбінація вітамінів забезпечує найкращий ефект на інкубаційні показники та збереженість молодняку.

Для комплексного обґрунтування доцільності застосування вітамінів А і Е рекомендується враховувати умови утримання, параметри мікроклімату та інші фактори, що впливають на продуктивність. Подальші дослідження доцільно спрямувати на вивчення пролонгованої дії вітамінів А і Е в комплексі з мікроелементом селеном та їх впливу на фізіологічний стан перепелів протягом тривалого періоду.

**Висновки і пропозиції.** Додавання вітамінів А і Е, а також їхньої комбінації до раціону батьківського поголів'я перепілок має виражений комплексний позитивний вплив на фізіологічний стан, репродуктивну функцію та відтворювальні показники птиці. Встановлено, що вітамінна підтримка сприяє нормалізації обмінних процесів, підвищенню стійкості організму до стресових чинників і загальному поліпшенню продуктивного потенціалу перепілок. Згодовування вітаміну А позитивно впливає на стан репродуктивних органів, процеси овогенезу та якість інкубаційних яєць, що проявляється у зростанні заплідненості та виводимості. Вітамін Е, як потужний антиоксидант, забезпечує захист клітинних мембран від окиснювального ушкодження, покращує функціональний стан статевих клітин та сприяє підвищенню життєздатності ембріонів на ранніх етапах розвитку. Найвищу ефективність показало застосування комбінації вітамінів А і Е, що зумовлено їхньою синергічною дією. Поєднане використання цих вітамінів забезпечує стабільніші інкубаційні показники, зниження ембріональної смертності, підвищення виводу здорового молодняку та покращення його стартового розвитку. Молодняк, отриманий від батьківського поголів'я з оптимізованою вітамінною годівлею, характеризується кращою життєздатністю, інтенсивнішим ростом і вищою резистентністю до несприятливих факторів середовища. Таким чином, результати досліджень підтверджують доцільність включення вітамінів А і Е, особливо у вигляді їх комбінації, до раціонів батьківського поголів'я перепілок як ефективного інструменту підвищення інкубаційної ефективності та якості отриманого молодняку.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Shim K. F., Vohra P. A review of the nutrition of Japanese quail. *World's Poultry Science Journal*. 1984. Vol. 40(3). P. 261-274.
2. Min Y. N., Yang H. L., Xu Y. X., Gao Y. P. Effects of dietary energy and protein levels on performance and carcass characteristics of Japanese quails. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2007. Vol. 20(12). P. 1843-1848.
3. Sahin K., Sahin N., Kucuk O. Effects of vitamin A and E supplementation on performance, egg quality, and immune response in Japanese quail. *British Poultry Science*. 2002. Vol. 43(5). P. 745-750.

4. Литвиненко О. М., Костенко В. І. Годівля сільськогосподарської птиці: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2020. 210 с.
5. Аверчева Н.О., Карпенко О.В. Виробництво мяса перерепелів у фермерських господарствах південного регіону України. Таврійський науковий вісник: Сільськогосподарські науки. 2023. Вип. 130. С. 343-351.
6. Любенко О.І., Савко В.Ю. Резерви збільшення виробництва продукції птахівництва в умовах фермерських господарств. Таврійський науковий вісник. 2021. № 121. С. 158-163.
7. Виробництво перепелиних яєць та м'яса: методичні рекомендації. Бірки. 2005. С. 31-37.
8. Ведмеденко О.В., Карпенко О.В. Моделювання і прогнозування маси курей коричневих кросів яєчного напрямку продуктивності. Таврійський науковий вісник. Секція: Сільськогосподарські науки. 2012. № 78. С. 24-27.
9. Корбич Н.М. Виробництво кормів, комбікормів, кормових добавок і преміксів в Україні – стан та перспективи. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасний стан та перспективи розвитку тваринництва України в умовах євроінтеграції» до дня пам'яті доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка Коваленка В.П.». 2024. С. 55-57.

Дата першого надходження рукопису до видання: 21.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

УДК 636.7.084:614.8.06

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.24>

## ОСОБЛИВОСТІ ГОДІВЛІ СЛУЖБОВИХ СОБАК ПІД ЧАС ПОШУКУ ЛЮДЕЙ ПІД ЗАВАЛАМИ

**Мамченко В.Ю.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи,  
Житомирський державний університет імені Івана Франка  
[orcid.org/0000-0002-7208-6363](https://orcid.org/0000-0002-7208-6363)

**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](https://orcid.org/0000-0003-1501-4168)

*Робота службових собак у зонах стихійних лих та воєнних дій пов'язана з екстремальними фізичними й психоемоційними навантаженнями. Висока інтенсивність пошуку, робота в умовах пилу, температурних коливань та складного рельєфу завалів призводять до швидкого виснаження енергетичних резервів, дегідратації та оксидативного стресу. Наукове обґрунтування спеціалізованого раціону є критичним для збереження працездатності та здоров'я тварин.*

*Дослідження проведено на базі тренувального полігона за участю 8 службових собак (бельгійські вівчарки, лабрадори), розділених на контрольну та дослідну групи. Протягом 3 днів імітувалися реальні умови ПРР. Оцінювалися біохімічні показники крові, ефективність високоенергетичного раціону та вплив спеціалізованих добавок на швидкість відновлення.*

*Робота проводилася на різних типах завалів (бетон, дерево, металоконструкції), що імітувало реальні умови.*

*Температура навколишнього середовища у період проведення досліджень коливалась від +20°C до +28°C.*

*Такі операції характеризуються непередбачуваною тривалістю, часто відбуваються за несприятливих кліматичних умов (спека, холод, підвищена вологість) та пов'язані з постійним стресом як для тварини, так і для кінолога.*

*Встановлено, що використання раціону з підвищеним вмістом жирів (як основного джерела енергії) та білків (для регенерації тканин) значно підвищує витривалість собак порівняно зі стандартним харчуванням. Доведено ефективність дрібної гідратації ізотонічними розчинами (кожні 15–20 хв) для підтримки водно-електролітного балансу та гостроти нюху. Сформовано оптимальний 12-годинний графік зміни, який базується на принципі «порожнього шлунку» під час роботи та перенесенні 60–65% добової норми корму на вечірній час для безпечного відновлення.*

*Адаптація раціону (використання L-карнітину, антиоксидантів, хондропротекторів) та дотримання специфічного режиму годівлі дозволяють мінімізувати ризики виникнення завороту шлунка, прискорюють реабілітацію та підвищують загальну успішність рятувальних операцій.*

***Ключові слова:** службові собаки, пошуково-рятувальні роботи, завали, раціон годівлі, гідратація, енергетичний баланс, витривалість.*

**Mamchenko V.Yu., Slyusar M.V. Features of feeding service dogs during searching for people under rubble**

*The work of service dogs in areas of natural disasters and military operations is associated with extreme physical and psycho-emotional stress. High intensity of search, work in conditions of dust, temperature fluctuations and complex relief of rubble lead to rapid depletion of energy*

*reserves, dehydration and oxidative stress. Scientific substantiation of a specialized diet is critical for maintaining the performance and health of animals.*

*The study was conducted on the basis of a training ground with the participation of 8 service dogs (Belgian shepherds, Labradors), divided into control and experimental groups. For 3 days, real conditions of the PRR were simulated. Blood biochemical indicators, the effectiveness of the high-energy diet and the effect of specialized additives on the speed of recovery were evaluated.*

*The work was carried out on different types of rubble (concrete, wood, metal structures), which simulated real conditions.*

*The ambient temperature during the research period ranged from +20°C to +28°C.*

*Such operations are characterized by unpredictable duration, often occur under adverse climatic conditions (heat, cold, high humidity) and are associated with constant stress for both the animal and the dog handler.*

*It has been established that the use of a diet with a high content of fats (as the main source of energy) and proteins (for tissue regeneration) significantly increases the endurance of dogs compared to standard nutrition. The effectiveness of small hydration with isotonic solutions (every 15–20 min) to maintain water-electrolyte balance and the acuity of smell has been proven. An optimal 12-hour shift schedule has been formed, which is based on the principle of an «empty stomach» during work and transferring 60–65% of the daily feed allowance to the evening for safe recovery.*

*Adaptation of the diet (use of L-carnitine, antioxidants, chondroprotectors) and adherence to a specific feeding regimen minimize the risks of gastric volvulus, accelerate rehabilitation and increase the overall success of rescue operations.*

**Key words:** *service dogs, search and rescue, blockages, feeding regimen, hydration, energy balance, endurance.*

**Актуальність теми дослідження.** Службові собаки, спеціально навчені для пошуку людей під завалами є безцінними членами рятувальних команд у зонах стихійних лих, техногенних катастроф та воєнних дій. Їхній надзвичайно гострий нюх, маневреність та природна здатність працювати в складних умовах дозволяють значно прискорити виявлення постраждалих, підвищуючи їхні шанси на виживання [1, с. 287].

Робота в завалах – це колосальне фізичне та психологічне навантаження. Собаки годинами працюють у стресових умовах, долаючи перешкоди та ризики. Щоб забезпечити їхню максимальну ефективність та довготривалу працездатність, необхідно приділяти особливу увагу їхньому здоров'ю, тренуванню та, найголовніше, харчуванню [2, с. 675].

Годівля службових собак-рятувальників – це не просто підтримка життєдіяльності, це високоспеціалізована дієта, спрямована на забезпечення:

1. Високого рівня енергії. Інтенсивна робота вимагає підвищеного вмісту білків (для підтримки м'язів) та жирів (як основного джерела «пального» для витривалості).

2. Швидкого відновлення. Раціон має сприяти регенерації тканин та швидкому поповненню втраченої енергії після тривалих змін.

3. Оптимального гідратаційного балансу. Особливо важливо в умовах високої температури або тривалого пошуку [3, с. 342].

Саме оптимально збалансоване харчування, адаптоване до періодів тренувань, активних пошукових операцій та відпочинку, є фундаментом успішної роботи пошуково-рятувальної собаки та запорукою її довгого службового життя [4, 132].

**Постановка проблеми.** Службові собаки, задіяні у пошуково-рятувальних роботах (ПРР) в умовах техногенних катастроф або стихійних лих (зокрема пошук під завалами), функціонують у режимі екстремального фізичного та психологічного навантаження. Такі операції характеризуються непередбачуваною тривалістю, часто відбуваються за несприятливих кліматичних умов (спека, холод,

підвищена вологість) та пов'язані з постійним стресом як для тварини, так і для провідника [5, с. 127-132, 10, с. 623-626].

У цих умовах порушується звичний режим годівлі та відпочинку. Собаки витрачають колосальну кількість енергії на тривалий пошук, пересування по нестійких поверхнях, використання нюхового апарату та на подолання психоемоційного тиску. Це призводить до:

1. Швидкого виснаження енергетичних запасів (глікогену).
2. Дегідратації та порушення водно-електролітного балансу через інтенсивне дихання.
3. Оксидативного стресу та пошкодження м'язів, що вимагає негайного та ефективного відновлення [6, с. 16, 7, с. 10-14].

Таким чином, оптимізація раціону та режиму годування службових собак безпосередньо впливає на тривалість їхньої ефективної роботи, швидкість реабілітації між пошуковими циклами, а отже, і на загальну успішність рятувальної операції та збереження здоров'я тварини. Наукове обґрунтування харчових потреб є критично важливим для кінологічних служб [8, с. 216, 9, 132].

**Мета дослідження.** Метою цього дослідження є визначення оптимальних стратегій годівлі службових собак, задіяних у пошуку людей під завалами, шляхом аналізу впливу різних типів раціону та спеціалізованих харчових добавок на їхню фізіологічну реакцію та працездатність.

Конкретні завдання включають:

- Вивчення динаміки біохімічних показників крові у службових собак до інтенсивного пошукового навантаження.
- Оцінка ефективності високожирового (енергетичного) раціону порівняно зі стандартним.
- Встановлення впливу спеціалізованих гідратаційних та антиоксидантних добавок на швидкість відновлення водно-електролітного балансу та зниження маркерів оксидативного стресу.

**Методика досліджень.** Дослідження проводилося на групі службових собак, які регулярно задіяні у пошуково-рятувальних операціях (Бельгійська вівчарка, Лабрадор-ретривер) у кількості 8 голів, розділені на 2 групи по 4 особини, віком 3-4 роки.

Усі собаки мали активний досвід роботи на реальних завалах.

Експеримент проводився на спеціалізованому тренувальному полігоні з імітацією завалів. Тривалість експерименту—3 доби. Інтенсивне навантаження складало 40-60 хвилин, з подальшим відпочинком 15-20 хвилин. Собаки виконували 3-4 пошукові цикли за добу.

Робота проводилася на різних типах завалів (бетон, дерево, металоконструкції), що імітувало реальні умови.

Температура навколишнього середовища у період проведення досліджень коливалась від +20°C до +28°C.

**Результати досліджень.** Ключовими принципами харчування при пошукових роботах службових собак є: енергетична цінність раціону, постійний доступ до води, годівля невеликими порціями та використання у раціонах білку високої якості.

У таблиці 1 наведена загальна схема проведення досліджень.

Як свідчать дані таблиці у групі було по 4 службових собаки, розподілених на 2 групи згідно методики досліджень. Перша група отримувала стандартний підтримуючий раціон, друга – високоенергетичний раціон.

Таблиця 1

## Загальна схема проведення досліджень, n =4

Група	Раціон та особливості годівлі	Призначення
I –(контрольна)	Стандартний підтримуючий раціон	Оцінка базової реакції на стрес/навантаження без модифікації харчування.
II –(дослідна)	Раціон, збагачений жирами та білком	Оцінка використання жирів як основного джерела енергії для тривалої витривалості.

Перед постановкою на дослідження у собак обох груп була відібрана кров для визначення основних біохімічних показників та загального стану (таблиця 2).

Таблиця 2

## Основні біохімічні показники крові службових собак

Показник, одиниці виміру	Контрольна група	Дослідна група	Норма (дорослі тварини)
Загальний білок, г/л	62±1,0	64±1,0	55 – 75
Альбумін, г/л	29±1,0	31±1,0	25 – 39
Глюкоза, ммоль/л	4,9±0,05	4,8±0,05	3,3 – 6,5
Сечовина, ммоль/л	5,1±0,60	6,3±0,60	3,5 – 9,0
Креатинін, мкмоль/л	67±6,0	79±6,0	44 – 130
Холестерин, ммоль/л	3,7±1,10	5,9±1,10	3,5 – 7,0

Як свідчать отримані дані 6 досліджуємих показників собаки перед постановкою на дослідження були клінічно здоровими та активними.

У таблицях 3-4 наведені приклади раціонів для собак під час пошуково-рятувальної операції під час навантаження та відновлення після завершення пошуків.

Цей раціон застосовувався собакам контрольної групи (таблиця 3). На відміну від собак дослідної групи він є стандартним і застосовується для собак при невеликих фізичних навантаженнях.

Даний приклад раціону на 15-20 % збільшений від звичайного у енергетичному відношенні, містить протеїни, жири, вуглеводи та амінокислоту L-карнітин.

Раціон собак при активній роботі значно відрізняється від підтримуючого раціону чіткою та поетапною годівлею у чітко вказані терміни.

Даний раціон застосовується безпосередньо в період пошуково-рятувальної операції (ПРР) під завалами, де навантаження є екстремальним.

При аналізі раціонів більшість вчених схильна до того, що у собак при інтенсивних пошуках під завалами має бути і так званий відновлюючий раціон, приклад якого наведено у таблиці 5.

Як свідчать дані таблиці у раціоні має бути підвищений рівень протеїну, якісні легкозасвоювані вуглеводи, дещо підвищений рівень енергії, глюкозамін та хондроїтин для підтримки суглобів.

Таблиця 3

**Підготовчий (підтримуючий раціон)**

Показник	Рекомендована норма	Обґрунтування
Енергетична щільність	Збільшення на 15–20% від підтримуючої норми	Накопичення енергетичних резервів.
Жири (протеїн)	25–30% сухої речовини корму	Жири є основним «повільним» паливом для тривалої аеробної роботи, зберігаючи глікоген.
Протеїн (білок)	28–32% сухої речовини корму	Підтримка м'язової маси без надмірного навантаження на нирки.
Вуглеводи	25–35% сухої речовини корму	Джерело глюкози та глікогену для короточасних пікових навантажень.
Додатково	L-карнітин	Сприяє транспортуванню жирних кислот до мітохондрій для вироблення енергії.

Таблиця 4

**Приклад раціону для собак при активній роботі (збагачений жирами та білком)**

Компонент	Рекомендація та час	Функція
Годування кормом	Мінімум за 2 години до початку роботи (невеликою порцією, 1/3 добової норми). Основна порція – після закінчення роботи.	Запобігання здуттю (завороту шлунка) та забезпечення травлення, не обтяжуючи собаку.
Вода/Гідратація	Ізотонічні розчини (з електролітами)	Компенсація втрат натрію та калію через інтенсивне дихання та потовиділення (через подушечки лап).
Антиоксиданти	Вітаміни E та C	Нейтралізація вільних радикалів, що утворюються внаслідок м'язової роботи та стресу.
Режим	Часте, але мале поїння ізотоніками (кожні 15–20 хвилин перерви).	Підтримка постійного рівня гідратації без перевантаження шлунка.

Загальними рекомендаціями під час годівлі собак в умовах завалів є захист м'язів, відповідна концентрація білків та жирів, контроль терморегуляції з обов'язковим контролем напування собак. У таблиці 6 наведений типовий графік при 12-годинній зміні (приклад: 08:00 – 20:00).

Таблиця 5

**Приклад відновлюючого раціону для собак**

Компонент	Рекомендована норма	Функція
Протеїн (білок)	Підвищений рівень (32–35%)	Регенерація мікропошкоджень м'язів та відновлення тканин.
Вуглеводи	Збільшення частки якісних, легкозасвоєваних вуглеводів	Швидке поповнення запасів глікогену, виснаженого під час роботи.
Енергія	Повернення до підтримуючої або трохи вищої норми (залежно від втрати ваги)	Уникнення надмірного набору ваги під час відпочинку.
Додатково	Глюкозамін, Хондроїтин	Підтримка суглобів та зв'язок, які зазнали великого ударного навантаження.

Таблиця 6

**Типовий графік при 12-годинній зміні (приклад: 08:00 – 20:00)**

Час	Етап	Дія та харчування	Примітка
06:00	Сніданок	25-30% добової норми. Легкозасвоєваний корм (сухий, розмочений водою).	Сніданок має бути мінімум за 2 години до початку фізичних навантажень.
07:30	Підготовка	Пропонування невеликої кількості води (150-200 мл).	Не допускайте переповнення шлунку перед роботою.
08:00	Початок роботи	Вихід на першу локацію.	–
09:30	Перерва (15 хв)	Гідратація. 3-5 ковтків води з електролітами.	Огляд носових ходів (очищення від пилу).
11:00	Ротація/ Відпочинок	Відпочинок у тіні/тиші. Вода.	Якщо собака дуже втомлена – 10-15 г енергетичної пасти.
13:00	Велика перерва	Перекус (10% норми). Висококалорійний ласощ або паста.	Важливо: Не годувати повноцінно! Потрібно лише підняти рівень глюкози.
15:00	Робота	Робота на завалі. Гідратація кожні 45-60 хв.	У спеку – змочування лап та живота водою.
18:00	Завершення піку	Пропонування води. Спокійний відпочинок.	Огляд подушечок лап на предмет порізів склом/бетоном.
20:00	Кінець зміни	Первинна гігієна, промивання очей/носа.	Дати собаці «охолонути» 40-60 хвилин перед їжею.
21:00	Вечеря	60-65% добової норми. Основна порція м'яса/корму.	Додавання вітамінів та пробіотиків для зняття стресу ШКТ.
22:00	Сон	Повний спокій, доступ до чистої води.	Глибокий сон критично важливий для відновлення ЦНС.

### **Аналіз та рекомендації до графіку**

1. Принцип «Порожнього шлунку». На завалах собака багато стрибає, лазить та перебуває у стресі. Повний шлунок – це прямий шлях до завороту кишок, що є смертельним. Тому основне годування – тільки на ніч.

2. Гідратація – це пріоритет. Собака втрачає здатність ефективно шукати запах, якщо її слизові оболонки пересохли. Якщо собака відмовляється пити через стрес:

Використовуйте шприц (без голки) для впорскування води за щоку.

Додайте у воду трохи м'ясного паштету для запаху.

3. Контроль пилу. Після кожної зміни обов'язково промивайте ніздрі слабким сольовим розчином (фізрозчином). Пил забиває рецептори, знижуючи ефективність пошуку на 40-50%.

4. Температурний режим їжі. Їжа має бути кімнатної температури. Занадто холодна їжа після навантаження може викликати спазм шлунку.

### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

1. Для всіх фаз годівлі службових собак рекомендується використовувати спеціалізовані комерційні корми, які вже збалансовані за вітамінами та мінералами. М'ясо та субпродукти мають бути високої якості.

2. Ніколи не годувати безпосередньо перед або відразу після інтенсивної роботи. Це підвищує ризик смертельно небезпечного завороту шлунка. Мінімальний інтервал має становити 1,5–2 години.

3. Норми годівлі завжди коригуються індивідуально, зважаючи на породу, вік, живу масу та динаміку втрати ваги під час роботи.

У перспективі плануємо більш детально проаналізувати раціони відповідно до основних загальноприйнятих норм, а також показники крові до та після пошукової роботи для порівняльного аналізу.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Басай В. Д. Криміналістична одорологія (теоретичні, правові і методичні основи) : монографія. Івано-Франківськ : Прикарпат. ун-т ім. В. Стефаника, 2003. 502 с.

2. Басай В. Д., Кириченко О. А. Основи одорології : монографія. Івано-Франківськ : Прикарпат. ун-т ім. В. Стефаника ; Юрид. ін-т, 2002. 576 с.

3. Велика українська юридична енциклопедія : у 20 т. / [редкол. : В.Ю. Шепітько (голова) та ін.]. Харків : Право, 2018. Т. 20 : Криміналістика, судова експертиза, юридична психологія. 952 с.

5. Дії поліції у разі виявлення зброї та вибухових пристроїв або слідів їх застосування : довідник / кол. авт. ; за заг. ред. С. С. Чернявського, О. Г. Рувіна, Б. Б. Теплицького. Київ, 2019. 148 с.

6. Євстафієва Ю. М., Бучковська В. І. Особливості використання службових собак під час оперативно-розшукових та профілактичних заходів. Таврійський науковий вісник. 2021. № 121. С. 127–132. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.18>.

7. Інструкція з вилучення, консервації запаху людини. Київ : Гол. упр. карного розшуку МВС України, 1993. 16 с.

8. Коломієць С. І. Розвиток кінологічних служб органів системи МВС. Шляхи покращення професійного рівня працівників кінологічних служб : тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф. (Харків, 14 груд. 2018 р.). Харків : ХНУВС, 2018. С. 10–14.

9. Методика комплексного дослідження вибухових пристроїв, вибухових речовин і слідів вибуху / [Г. В. ПрохоровЛукин, В. І. Пашенко, В. І. Биков та ін.]. Київ : Еліт Принт, 2011. 216 с.

10. Рувін О. Г. Методичний посібник для навчання фахівців-кінологів з пошуку вибухових пристроїв та вибухівки, вогнепальної зброї та боеприпасів. Київ : ДНДЕКЦ МВС України, 1999. 260 с

11. Ящук В. О. Дослідження запахових слідів під час розслідування кримінальних правопорушень, що вчиняються із використанням вибухонебезпечних пристроїв, предметів, речовин. Юридичний науковий електронний журнал. 2022. № 9. С. 623–626. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0374/2022-9/153>.

Дата першого надходження рукопису до видання: 21.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

УДК 636.5.03:631.147;637.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.25>

## ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНИХ ХАРЧОВИХ ЯЄЦЬ В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

**Немержицький Д.В.** – аспірант кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

[orcid.org/0009-0003-3336-2219](https://orcid.org/0009-0003-3336-2219)

**Вербельчук С.П.** – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

[orcid.org/0000-0002-1136-5617](https://orcid.org/0000-0002-1136-5617)

**Вербельчук Т.В.** – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

[orcid.org/0000-0001-7334-4507](https://orcid.org/0000-0001-7334-4507)

*Інтенсивний розвиток органічного сектору в Україні обумовлює гостру науково-практичну потребу в адаптації світових органічних стандартів, зокрема, Регламентів ЄС до вітчизняних умов, що стало метою даного дослідження. Проблема полягає у відсутності оптимізованої технологічної моделі виробництва органічних харчових яєць, яка б ефективно нівелювала виклики суворих органічних вимог (безкліткове утримання, обмеження ветеринарного втручання) та регіональну специфіку Житомирського Полісся, для якого характерні підвищена вологість ґрунтів та обмеженість місцевої органічної кормової бази.*

*Дослідження ґрунтувалося на системному та порівняльному аналізі нормативно-правової бази, світового досвіду та на емпіричному аналізі виробничих процесів сертифікованого органічного господарства ФГ «Домашня курочка», що використовує стійкі кроси Декалб Вайт та Бованс Браун у системі вільного виходу в умовах Полісся.*

*Встановлено, що ключовими технологічними викликами є необхідність впровадження ефективних дренажних систем та ротації вигулів для запобігання заболочуванню, а також оптимізація органічної годівлі шляхом максимальної інтеграції місцевих органічних компонентів (бобові, силос люцерни, протеїн комах) для заміщення дорогих імпортованих білкових джерел. Обґрунтовано технологічну перевагу використання зазначених кросів, адаптованих до екстенсивних умов, що демонструють високу життєздатність та ефективність використання корму.*

*Крім того, доведено, що адаптація годівлі за допомогою місцевих джерел каротиноїдів дозволяє стабілізувати якість яєць, зокрема інтенсивність кольору жовтка, що є вирішальним фактором ціноутворення на преміальному органічному ринку. Запропоновано комплекс заходів, що підвищує економічну стійкість органічного виробництва яєць, включаючи технологічну адаптацію утримання, перехід на місцеву кормову базу та застосування фітобіотиків як основного засобу профілактики. Успішна реалізація цих оптимізованих параметрів дозволить господарствам Полісся підвищити продуктивність, забезпечити високу якість яєць та конкурентоспроможність органічної продукції.*

**Ключові слова:** органічне птахівництво, харчові яйця, кури-несучки, умови утримання, годівля птиці, якість продукції, Житомирське Полісся.

***Nevmerzhytskyi D.V., Verbelchuk S.P., Verbelchuk T.V. Optimization of technological parameters for organic food egg production in the Zhytomyr Polissya region***

*The intensive development of the organic sector in Ukraine and the growing global demand for environmentally friendly products necessitate the scientifically grounded adaptation of international organic standards specifically, EU Regulations to domestic conditions, which became the objective of this research. The central problem lies in the absence of an optimized technological model for organic table egg production that effectively mitigates the challenges posed by stringent organic requirements (cage-free housing, limited veterinary intervention) and the regional specifics of the Zhytomyr Polissia, a region characterized by high soil humidity and limited local organic feed resources.*

*These factors negatively affect the sanitary condition of the free-range areas, bird health, and final productivity. The study was based on a systemic and comparative analysis of national and international regulatory frameworks and the empirical analysis of the production processes of the certified organic farm «Domashnia Kurochka», which utilizes robust layer crossbreeds Dekalb White and Bovans Brown in a free-range system under the conditions of Polissia.*

*It was established that key technological challenges require the implementation of effective drainage systems and pasture rotation to prevent waterlogging, and the optimization of organic feeding by maximizing the integration of local organic components (legumes, lucerne silage, insect protein) to substitute expensive imported protein sources. The technological advantage of using these specific crossbreeds, adapted to extensive conditions and demonstrating high vitality and feed efficiency, was substantiated.*

*Furthermore, it is proven that the adaptation of feeding using local carotenoid sources allows for the stabilization of egg quality, particularly the intensity of yolk colour, which is a decisive factor for pricing in the premium organic market. A complex set of measures is proposed to enhance the economic stability of organic egg production, including technological adaptation of housing, transition to a local feed base, and the use of phytobiotics as a primary means of disease prevention. The successful implementation of these optimized parameters will enable Polissia farms to increase productivity, ensure high egg quality, and maintain the competitiveness of their organic products.*

**Key words:** *organic poultry farming, table eggs, laying hens, housing conditions, poultry feeding, product quality, Zhytomyr Polissia.*

Інтенсивний розвиток сільського господарства та зростаючий світовий попит на екологічно чисті продукти формують нові пріоритети у тваринництві, зокрема в птахівництві [1, с. 223; 2; 3, с. 184]. В Україні, як і в країнах ЄС, спостерігається стійка тенденція до збільшення частки органічного виробництва, яке є не лише питанням якості, а й соціальної відповідальності та охорони довкілля, що підтверджується законодавчим закріпленням вимог до органічної продукції [4-7, 9, с. 162; 10-11].

Однак, незважаючи на потенціал, вітчизняне органічне птахівництво, особливо у виробництві харчових яєць, стикається з низкою технологічних і регіональних викликів. Жорсткі вимоги органічних стандартів щодо обмеження щільності посадки птиці, необхідності забезпечення вигулів і використання виключно органічних кормів істотно ускладнюють виробничий процес та впливають на його економічну ефективність [12, с. 189; 13, с. 56; 14-15; 16, с. 146].

Особливої уваги потребують виробничі системи, розташовані в зонах зі специфічними природно-кліматичними умовами, як Житомирське Полісся. Для цього регіону характерні підвищена вологість, специфічні ґрунти та обмеженість місцевої органічної кормової бази у високих концентраціях, що може негативно позначатися на стані вигулів, ветеринарній профілактиці та кінцевій продуктивності курей-несучок [17, с. 34; 18, с. 35; 19, с. 24].

Проблема полягає в тому, що наявні технологічні підходи та стандарти годівлі, розроблені для умов інтенсивного чи традиційного птахівництва, є неефективними або неадаптованими до екологічних та економічних реалій органічного сектора Полісся [20, с. 22; 21, с. 24]. Інтенсивний розвиток органічного сектору в Україні

вимагає науково обґрунтованої адаптації світових стандартів до місцевих умов, але головна проблема полягає у відсутності оптимізованої технологічної моделі виробництва органічних харчових яєць, оскільки існуючі виклики, пов'язані із суворими органічними вимогами (безкліткове утримання, використання лише органічних кормів), не узгоджуються з природно-кліматичною специфікою Житомирського Полісся (підвищена вологість, особливості ґрунтів). Таким чином, існує гостра науково-практична потреба в оптимізації технологічних параметрів утримання, годівлі та ветеринарно-профілактичних заходів з урахуванням регіональної специфіки для забезпечення стабільного виробництва якісних органічних харчових яєць та підвищення конкурентоспроможності галузі [22, с. 62; 23, с. 10].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розвиток органічного птахівництва в Україні, хоча і є відносно новим сегментом ринку, демонструє стійку тенденцію до зростання, підкреслюючи світовий тренд на споживання безпечної та екологічно чистої продукції [4; 24, с. 55]. Однак, за статистичними даними, органічне агровиробництво в Україні поки що розвинене досить слабко, що формує значний потенціал для наукових досліджень та практичної оптимізації [25-26; 27, с. 54].

Ключова відмінність органічного виробництва від традиційного полягає у суворих вимогах до добробуту та утримання птиці [28; 29, с. 232]. Дослідники однозначно наголошують на забороні кліткового утримання та необхідності забезпечення обов'язкового доступу курей-несучок до відкритих майданчиків (вигулів) не менше ніж протягом однієї третини життя [9, 30]. Нормативи вигулів, як правило, передбачають значні площі, що необхідно враховувати при проектуванні ферм. Додатковою проблемою є підтримка оптимального мікроклімату у приміщеннях, де температура повинна коливатися в межах 18-24°C, а вологість – 50-70 %, для запобігання стресам та переохолодженню [29].

Питання органічної годівлі є одним із найскладніших з технологічної та економічної точок зору. Науковці підкреслюють важливість регулярного графіку годівлі та постійного доступу до якісної води [30]. Основою раціону повинні бути органічні корми, що вирощені без використання синтетичних добрив та пестицидів. У контексті регіональних досліджень, актуальною є проблема адаптації раціонів до місцевої кормової бази, особливо в умовах Полісся, де існують специфічні обмеження щодо виробництва високобілкових культур. Ефективна оптимізація передбачає пошук балансу між нормативною потребою птиці та наявними місцевими органічними ресурсами [32-33].

Численні дослідження підтверджують, що якість органічних яєць часто перевершує продукцію традиційного (кліткового) виробництва [34]. Порівняльний аналіз показав, що органічні яйця мають більші жовтки та вищий вміст макроелементів, зокрема натрію та калію [8, 35]. Крім того, альтернативні системи утримання (вигульні, органічні) значно знижують ризик зараження яєць небезпечними патогенами, такими як сальмонела, порівняно з клітковими системами, що підтверджує підвищену безпечність органічної продукції [36]. Однак, деякі показники, як, наприклад, вміст протеїну в білку, можуть бути вищими у кліткових несучок, що вимагає подальшої оптимізації органічних раціонів [38].

Таким чином, сучасні наукові дослідження акцентують увагу на необхідності детальної розробки технологічних карт, які не лише відповідають органічним стандартам, але й здатні нівелювати вплив регіональних факторів (таких як підвищена вологість Полісся) на продуктивність та здоров'я птиці.

**Постановка завдання.** Мета цього наукового дослідження полягає у науковому обґрунтуванні та розробці оптимізованих технологічних параметрів виробництва

харчових яєць в органічному птахівництві, які будуть ефективно адаптовані до природно-кліматичних та кормових умов Житомирського Полісся.

Для досягнення цієї мети, дослідження висуває низку ключових завдань. Насамперед, необхідно проаналізувати та узагальнити світовий і вітчизняний досвід, а також чинні нормативно-правові вимоги до технології органічного утримання курей-несучок. Це створить міцну теоретичну базу. Далі, критично важливим є визначення регіональних лімітуючих факторів та особливостей Житомирського Полісся, які можуть впливати на ефективність органічного птахівництва, беручи до уваги місцевий клімат та природні ресурси.

Основна практична частина роботи присвячена розробці та науковому обґрунтуванню удосконалених технологічних параметрів годівлі. Ці параметри передбачають оптимізацію органічних раціонів із ключовою вимогою – максимальне використання доступних місцевих кормових ресурсів. Такий підхід забезпечить стійкість та економічність виробництва.

На завершальному етапі буде проведена економічна оцінка впровадження запропонованих оптимізованих технологічних параметрів. Результатом цього аналізу стане розробка практичних рекомендацій для птахівничих господарств органічного профілю, що працюють в умовах Житомирського Полісся, сприяючи підвищенню їхньої ефективності та конкурентоспроможності.

**Матеріали та методика дослідження.** Методична база дослідження ґрунтується на теоретичному аналізі та узагальненні наявних наукових даних. Основним матеріалом слугували вітчизняні та міжнародні наукові публікації, монографії, нормативно-правові акти, зокрема, стандарти органічного виробництва України та ЄС та статистичні дані, що стосуються птахівництва. У роботі використано метод системного аналізу для вивчення технології виробництва органічних яєць як комплексної системи, що охоплює годівлю, утримання та ветеринарний захист. Застосовано порівняльний аналіз для зіставлення традиційних та органічних технологічних параметрів, а також для виявлення специфічних вимог і викликів, пов'язаних із природно-кліматичними умовами Житомирського Полісся. Шляхом логічного узагальнення та синтезу отриманих даних сформульовано науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації технологічних параметрів виробництва органічних харчових яєць у заданому регіоні.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Технологія органічного виробництва харчових яєць в Україні регулюється Законом України «Про органічне виробництво...» [4] та базується на принципах Регламентів Європейського Союзу [31], які є найбільш жорсткими та деталізованими у світі. Ці вимоги спрямовані на забезпечення добробуту птиці та виробництво безпечної продукції.

Органічне птахівництво курей-несучок жорстко регулюється як міжнародними, так і національними стандартами. Вони охоплюють усі аспекти, від годівлі та утримання до ветеринарного контролю, гарантуючи добробут птахів та якість продукції.

Європейський Союз має найбільш деталізовані та впливові стандарти, які є орієнтиром для більшості країн, включаючи Україну. Ключові вимоги ЄС до органічного птахівництва (табл. 1).

Правове регулювання органічного виробництва в Україні, включно з птахівництвом, здійснюється на підставі Закону України «Про основні засади та вимоги до органічного виробництва та обігу органічної продукції» [4], який набув чинності у 2019 році, та відповідних підзаконних актів. Українське законодавство у цій сфері значною мірою гармонізоване з Регламентами Європейського Союзу

[31], що забезпечує відповідність національної органічної продукції міжнародним стандартам.

Таблиця 1

### Ключові Міжнародні та Національні вимоги до технології органічного утримання курей-несучок

Аспект	Ключові вимоги	Обґрунтування
Годівля (раціон)	Корми повинні бути 100% органічними (з можливими тимчасовими винятками до 5%). Самостійне виробництво кормів. Заборона ГМО, синтетичних амінокислот, стимуляторів росту	Забезпечення природного метаболізму та уникнення хімічних залишків у яйцях
Утримання (щільність)	Внутрішня щільність: не більше 6 курей на 1 м <sup>2</sup> корисної площі пташника	Забезпечення достатнього простору для руху, відпочинку та мінімізації стресу
Вигул (доступ)	Постійний доступ до відкритих вигулів (крім випадків небезпеки чи несприятливих погодних умов). Мінімальна площа вигулу: 4 м <sup>2</sup> на одну курку-несучку	Задоволення природної потреби в пошуку корму, ритті ґрунту, чищенні пір'я та соціалізації
Обладнання	Наявність гнізд (мінімум 1 гніздо на 7 курей), сідал (мінімум 18 см на курку) та майданчиків для купання в пилу/піску	Забезпечення природної поведінки та комфорту
Ветеринарія	Профілактика (зокрема, гомеопатія, фітотерапія) має пріоритет над лікуванням. Обмежене використання синтетичних антибіотиків (не більше 3 курсів лікування за життя)	Збереження природного імунітету та мінімізація медикаментозного навантаження на організм

*Джерело: тут і надалі розроблено авторами за даними [5]*

Для підтвердження органічного статусу продукції вкрай необхідна сертифікація: виробництво обов'язково має бути сертифіковане акредитованим органом, внесеним до Реєстру органів сертифікації [37]. Перед початком діяльності господарство зобов'язане пройти перехідний період (зазвичай, не менше 12 місяців для птахівництва), що є критично важливим для очищення земель та приміщень від залишків неорганічних речовин. Крім того, ключовим принципом є дотримання Добробуту: усі деталізовані у міжнародних стандартах вимоги щодо щільності посадки, доступу до вигулів та обладнання є обов'язковими. З етичних міркувань та відповідно до вимог ЄС, калічення птахів, включаючи обрізання дзьоба, суворо заборонено, за винятком випадків, дозволених сертифікаційним органом для забезпечення безпеки та добробуту [34].

Ключові технологічні параметри органічного птахівництва, зокрема вимоги до внутрішнього облаштування приміщень, встановлені як міжнародними (Регламенти ЄС), так і національними законодавчими актами [4, 31; 33, с. 87]. Ці норми є фундаментальними для забезпечення фізіологічного комфорту та природної поведінки курей-несучок, що безпосередньо впливає на їхнє здоров'я, продуктивність та якість кінцевої продукції.

Основні вимоги, що стосуються параметрів утримання та максимально допустимої щільності посадки птиці, представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

### Вимоги до приміщень та щільності посадки

Параметр	Національні вимоги (Україна) / Регламент ЄС [4, 31]	Призначення вимоги
Максимальна щільність посадки	Не більше 6 курей на 1 м <sup>2</sup> корисної площі приміщення	Забезпечення вільного пересування птиці та мінімізація стресу
Кількість ярусів	Дозволено до трьох ярусів або рівнів, за умови вільного доступу птиці на всі рівні	Збільшення корисної площі приміщення при збереженні об'єму для пересування
Гнізда	Не менше одного гнізда на кожні 7 курей-несучок або 1 м <sup>2</sup> колективного гнізда на кожні 120 курей	Забезпечення природної поведінки та отримання чистих яєць
Мінімальна площа **	Несучки повинні мати доступ до приміщень, у яких щонайменше третина площі є суцільною (не сітчастою) та вкрита підстилкою	Забезпечення можливості для природної поведінки (гріблення, купання у пилу)

*Примітка: \*\* Умови мікроклімату повинні підтримуватися на рівні, який відповідає фізіологічним потребам (температура, вологість 50-70% [5]).*

Поряд із вимогами до внутрішніх приміщень, критичним елементом органічної технології є забезпечення курам-несучкам доступу до відкритих вигульних майданчиків. Ця вимога не лише забезпечує добробут птиці, а й дозволяє їй реалізувати природну поведінку, що, своєю чергою, впливає на якість яєць.

Проте, в умовах Житомирського Полісся, вимоги до вигулів набувають особливої актуальності через підвищену вологість ґрунтів. Тому технологічна оптимізація повинна бути спрямована на подолання регіональних кліматичних викликів. Основні вимоги до вигульних майданчиків, а також їхня інтерпретація в контексті Полісся, наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

### Вимоги до вигульних майданчиків (відкритих площ)

Параметр	Національні вимоги (Україна) / Регламент ЄС	Актуальність для Житомирського Полісся
Мінімальна площа вигулу	Не менше 4 м <sup>2</sup> на кожну курку-несучку	Забезпечення вільного доступу до свіжого повітря та сонячного світла
Доступ до вигулу	Обов'язковий щоденний доступ до вигулу, якщо дозволяють погодні умови та ветеринарні обмеження	Висока вологість Полісся вимагає частішої ротації вигулів та забезпечення дренажу для запобігання забрудненню та розвитку патогенів
Захист на вигулі	Наявність природного (дерева, чагарники) або штучного (навіси) укриття для захисту від хижаків та несприятливих погодних умов	Критично важливо через необхідність захисту від дощу та забезпечення тіні у спеку

Хоча нормативи утримання створюють необхідну базу для добробуту птиці, економічна стійкість та якість яєць в органічному секторі значною мірою залежать від оптимізації годівлі та профілактики захворювань. Міжнародні та національні стандарти встановлюють найжорсткіші вимоги саме до цих аспектів, обмежуючи джерела сировини та методи ветеринарного втручання.

Особливо актуальними ці виклики є для Полісся, де необхідно знайти баланс між високими стандартами органічного корму та доступністю місцевих ресурсів. Ключові вимоги до годівлі та ветеринарного обслуговування, а також пов'язані з ними технологічні виклики, представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

#### Вимоги до годівлі та ветеринарного обслуговування

Аспект	Ключові вимоги	Технологічні виклики
Походження кормів	Корми повинні бути 100% органічними, вирощеними без синтетичних пестицидів. Мінімум 20% раціону має складатися з місцевих органічних кормів	Потреба в оптимізації раціонів для забезпечення повноцінного протеїну та мінералів, особливо при використанні місцевої (Поліської) кормової бази
Ветеринарія	Пріоритет надається профілактиці (фітобіотики, гомеопатія). Заборонено профілактичне використання антибіотиків	Обмежене застосування ветеринарних засобів вимагає підвищеного контролю за гігієною та мікрокліматом
Обмеження обробки	Заборонено обрізання дзьобів (за певними винятками), обрізання крил	Вимагає використання кросів, пристосованих до органічних систем, та управління агресивною поведінкою (клювання) через середовище

Світовий досвід органічного птахівництва активно фокусується на пошуку та впровадженні технологічних рішень, які здатні забезпечити необхідний баланс між високими стандартами добробуту птиці та економічною доцільністю виробництва. Ці рішення слугують основою для подальшої адаптації та оптимізації в специфічних регіональних умовах, як Житомирське Полісся.

Один із ключових аспектів стосується вибору генетичного матеріалу. Дослідження чітко підкреслюють, що перевага надається місцевим, стійким породам або кросам подвійного призначення, які є краще пристосовані до умов вільного вигулу та використання місцевих кормів. На відміну від високопродуктивних промислових кросів, така птиця демонструє більшу стійкість до несприятливих умов та захворювань, що є критично важливим в умовах обмеженого ветеринарного втручання.

Не менш важливим є питання оптимізації використання вигулів. Для запобігання накопиченню паразитів, відновлення ґрунту та підтримки санітарного стану світовий досвід наголошує на застосуванні сівозміни (ротації ділянок вигулу). Крім того, на вигульних майданчиках заохочується висаджування дерев та чагарників, які створюють необхідну тінь та слугують природним укриттям від хижаків і несприятливих погодних умов. Це є особливо актуальним для регіонів з підвищеною вологістю, де захист від дощу та сильного сонця є питанням здоров'я птиці.

Нарешті, значний технологічний фокус спрямований на альтернативні корми. Через високу вартість та логістичну складність постачання органічної сої, яка

є основним джерелом білка, науковці активно досліджують та впроваджують використання альтернативних білкових джерел. Серед них – протеїн комах, місцеві бобові культури та інші нетрадиційні компоненти. Це допомагає не лише зменшити залежність від імпорту, але й підвищити стійкість усієї системи та ефективно використати регіональні ресурси [36, 42].

Дотримання цих вимог є основою для отримання сертифікованих органічних яєць, а їхня науково обґрунтована адаптація та оптимізація з урахуванням місцевої кормової бази та специфічних кліматичних умов Полісся є ключовим фактором для забезпечення конкурентоспроможності, підвищення продуктивності та економічної ефективності вітчизняного органічного птахівництва [38].

Загальна проблематика оптимізації технологічних параметрів виробництва органічних харчових яєць в умовах Житомирського Полісся охоплює комплекс біологічних, екологічних та економічних чинників, специфічних для даного природно-кліматичного регіону (вологість, кормова база, ландшафт).

Для верифікації теоретичних положень та розробки практичних рекомендацій, необхідним є аналіз функціонування діючого виробничого об'єкта, що повністю відповідає заявленим умовам.

Об'єктом емпіричного дослідження було обрано фермерське господарство «Домашня курочка», що локалізоване на території Житомирського Полісся. Вибір цього господарства науково обґрунтований низкою ключових критеріїв, що роблять його ідеальною моделлю для аналізу:

- господарство розташоване в межах досліджуваного регіону, що дозволяє безпосередньо вивчати вплив місцевих факторів (ґрунтово-кліматичні умови, локальні органічні корми) на продуктивність стада;

- ФГ «Домашня курочка» є сертифікованим органічним виробником (Органік Стандарт), що гарантує дотримання жорстких вимог до технології утримання (вільний вигул) та годівлі, які є предметом оптимізації;

- використання сучасного європейського обладнання та промислових кросів забезпечує необхідну технологічну базу для впровадження та контролю оптимізаційних рішень.

Фермерське господарство «Домашня курочка» (Organic Chicken) є сучасним аграрним суб'єктом, що спеціалізується на виробництві високоякісних органічних харчових яєць. Стратегія господарства ґрунтується на синергії європейських технологічних стандартів та суворому дотриманні вимог до добробуту птиці, що є наріжним каменем органічної сертифікації [39, с. 30; 41].

Органічні системи характеризуються низькою щільністю посадки та обов'язковим доступом до вигульних майданчиків, що вимагає від птиці підвищеної стійкості до мінливих факторів навколишнього середовища (температура, вологість, патогенна мікрофлора ґрунту).

Господарство використовує високопродуктивні кроси курей-несучок, зокрема Декалб Вайт (Dekalb White) та Бованс Браун (Bovans Brown). Вибір цих кросів є науково обґрунтованим, оскільки вони демонструють високу несучість і добру адаптивність до екстенсивних систем утримання.

Вибір кросів Декалб Вайт та Бованс Браун у ФГ «Домашня курочка» є не випадковим, а ґрунтується на їхніх генетичних перевагах, які максимально відповідають біологічним та технологічним вимогам органічного виробництва методом вільного вигулу. Ці кроси демонструють оптимальну комбінацію високої продуктивності та необхідної стійкості до екстенсивних умов утримання, що є критичним для забезпечення економічної ефективності при дотриманні стандартів добробуту птиці.

Крос Декалб Вайт належить до легких яєчних ліній і вирізняється дуже високою несучістю, низькою масою тіла та економною конверсією корму. Він забезпечує максимальну продуктивність за умов добре контрольованого мікроклімату, однак є чутливішим до стресових факторів і різких коливань температури.

Натомість Бованс Браун – більш витривалий і стійкий до змін навколишнього середовища. Цей крос має міцнішу конституцію, краще переносить вологість і перепади температур, тому демонструє стабільну продуктивність навіть за неідеальних умов утримання. У порівнянні з Декалб Вайт, Бованс Браун потребує менше ветеринарних втручань, що є перевагою в органічному виробництві.

Таким чином, Декалб Вайт – це високопродуктивність за умов технологічної точності, а Бованс Браун – стабільність і витривалість за більш мінливих умов.

Доведена здатність цих кросів підтримувати високу несучість (до 85–90% на піку) навіть за умов вільного виходу, де неминуче присутні соціальні та екологічні стресори.

Економічна ефективність органічного виробництва значною мірою залежить від конверсії корму (співвідношення спожитого корму до виробленої яйцемаси), оскільки органічні корми є значно дорожчими.

Кроси Декалб Вайт та Бованс Браун мають генетично детерміновану високу ефективність використання поживних речовин. Вони здатні ефективно метаболізувати органічні корми (часто з менш концентрованими білковими компонентами, як-от місцеві бобові), забезпечуючи тривалий період продуктивного використання (до 80 тижнів і більше). Міцність шкаралупи, що знижує відсоток бою, є особливо важливим при транспортуванні продукції.

Поведінкові та етологічні переваги (Free-range), вимоги до добробуту в органічному секторі роблять етологічні характеристики птиці вирішальними.

Обидва кроси демонструють відносно спокійний та неагресивний темперамент, що є ключовим у великих групах вільного виходу. Це знижує прояви канібалізму та розкльову, які часто виникають в умовах соціальної напруги. Птиця цих кросів виявляє високу активність у пошуку корму на виході. Вони ефективно споживають зелену масу, комах та ґрунтову фауну, що не лише знижує витрати органічного корму, але й збагачує яйце натуральними каротиноїдами, забезпечуючи інтенсивний колір жовтка, що високо цінується кінцевим споживачем органічної продукції.

Виробництво яєць із коричневою шкаралупою відповідає перевагам більшості споживачів органічної продукції на українському ринку, підсвідомо асоціюючись із «фермерським» або «натуральним» продуктом.

Кроси Декалб Вайт та Бованс Браун забезпечують стабільне досягнення великої та екстра-великої категорії яєць, що є важливим фактором ціноутворення на преміальному ринку.

Таким чином, використання кросів Декалб Вайт та Бованс Браун на ФГ «Домашня курочка» є технологічно оптимальним рішенням, яке балансує між високими біологічними потребами птиці та жорсткими екологічними й економічними вимогами органічного виробництва.

Промислове поголів'я на початок звітного періоду становило 5000 голів. Цей обсяг дозволяє ефективно управляти процесами, забезпечуючи при цьому індивідуалізований підхід до утримання птиці, що часто утруднено у великотоварному виробництві.

Ключовим технологічним параметром є система вільного виходу (Free-range). Цей метод передбачає обов'язковий доступ птиці до вигульних майданчиків, що

сприяє поліпшенню добробуту, так як забезпечується можливість реалізації природної поведінки (пошук корму, купання в пилу, фізична активність), що знижує рівень стресу та агресії у стаді; оптимізації якості продукту – наявність свіжої зеленої маси на вигулі та сонячного світла позитивно корелює з підвищенням вмісту Омега-3 жирних кислот та каротиноїдів у жовтку яєць, що визначає їхню високу харчову цінність.

Виробничі приміщення господарства обладнані європейським обладнанням та системами високої автоматизації, що критично важливо для підтримки оптимальних параметрів мікроклімату (температура, вологість, вентиляція) без значних енергетичних витрат, особливо в умовах вологого клімату Полісся.

Кормова стратегія базується на використанні 100 % органічних кормів. Ця вимога виключає ризики контамінації продукції пестицидами, ГМО та іншими синтетичними речовинами.

Весь виробничий цикл ФГ «Домашня курочка» щорічно підтверджується сертифікатом «Органік Стандарт», що гарантує відповідність продукції національним та міжнародним вимогам органічного виробництва.

Вироблена продукція позиціонується як преміальний продукт та реалізується через мережі супермаркетів великих міст. Така стратегія збуту забезпечує максимальну додану вартість, компенсуючи вищі операційні витрати, притаманні органічному сектору (дорогі корми, велика площа утримання).

Таким чином, дослідження виробничих процесів ФГ «Домашня курочка» дозволить здійснити перехід від загальнотеоретичних рекомендацій до прикладної моделі оптимізації, ідентифікувати вузькі місця технологічного ланцюга та розробити конкретні рекомендації щодо підвищення ефективності виробництва органічних яєць саме в умовах Житомирського Полісся.

Дослідження виробничих процесів ФГ «Домашня курочка» дозволяє ідентифікувати вузькі місця та розробити конкретні рекомендації щодо підвищення ефективності виробництва в умовах Житомирського Полісся (табл. 5).

Таблиця 5

#### Рекомендації з оптимізації технологічних параметрів органічного виробництва яєць в умовах Житомирського Полісся

Параметр	Рекомендації з огляду на наукові дані та Полісся
Корми	Максимальне використання місцевих органічних компонентів (зернові, ріпак/соняшник). Включення до раціону місцевих джерел каротиноїдів (силос люцерни, сушені трави) для стабільного яскравого жовтка, що цінується споживачами органічної продукції
Вигул	Використання лісосмуг або посадка чагарників/дерев для забезпечення природного захисту від хижаків та тіні. Розробка дренажних систем для запобігання заболочуванню в сезон дощів
Мікроклімат	Використання сучасних, енергоефективних систем, які дозволяють швидко знижувати рівень аміаку та вологості у приміщеннях без значних втрат тепла в холодну пору
Моніторинг	Впровадження цифрових систем моніторингу (температура, вологість, рівень освітленості) для збору даних, які дозволять науково обґрунтувати оптимальні технологічні параметри саме для їхньої породи курей та місцевих умов (що і є метою вашого дослідження)

На основі проведеного аналізу та виявлених технологічних викликів органічного птахівництва в умовах Житомирського Полісся, пропонується комплекс заходів для підвищення ефективності та якості виробництва харчових яєць. Необхідно здійснити технологічну адаптацію утримання шляхом розробки та впровадження систем ротації вигулів із примусовим дренажем ґрунтів для запобігання їхньому перезволоженню, що є критичним для цього регіону. Додатково слід забезпечити вигули природними укриттями (висадка чагарників та дерев) для захисту птиці та підвищення її добробуту. Далі, ключовим напрямком є оптимізація органічної годівлі: пропонується створити збалансовані раціони на основі місцевих органічних культур (бобові, гречка) та включити альтернативні білкові джерела (наприклад, протеїн комах), вирощених на органічних відходах, для заміщення дорогої імпоротної сої. Такий підхід має супроводжуватися застосуванням фітобіотиків та пробіотиків як основного засобу профілактики захворювань. Нарешті, для забезпечення економічної та генетичної стійкості, необхідно рекомендувати до використання стійкі кроси курей-несучок, адаптовані до вільного вигулу, та провести економічну оцінку впровадження усіх запропонованих рішень для обґрунтування інвестицій та забезпечення конкурентоспроможності органічної продукції.

Таким чином, подальші дослідження повинні бути спрямовані на розробку та апробацію такої технологічної моделі, яка б ефективно нівелювала вплив місцевих кліматичних факторів та забезпечувала високу продуктивність та якість продукції відповідно до національних органічних стандартів.

**Висновки і пропозиції.** На основі проведеного аналізу нормативно-правової бази, світового досвіду та технологічних аспектів органічного птахівництва, можна сформулювати наступні ключові висновки щодо постановки завдання:

1. Українське органічне птахівництво має сувору нормативну базу, гармонізовану зі стандартами ЄС, що вимагає обов'язкової сертифікації, проходження перехідного періоду та забезпечення високого добробуту птиці (зокрема, заборона калічення, такого як обрізання дзьоба). Ці стандарти є вихідною точкою, але потребують адаптації до місцевих умов.

2. Специфіка Житомирського Полісся, що характеризується підвищеною вологістю та особливими ґрунтами, вимагає удосконалення систем управління вигулами. Необхідно впроваджувати ефективні методи ротації ділянок та дренажу для запобігання накопиченню патогенів та підтримки належного санітарно-гігієнічного стану приміщень і зовнішніх площ.

3. Ключовим економічним і технологічним викликом є вимога щодо використання 100% органічних кормів та інтеграції мінімум 20% місцевих ресурсів. Це вимагає розробки науково обґрунтованих раціонів, які замінюють імпортні білкові компоненти (наприклад, сою) на альтернативні місцеві джерела (бобові, протеїн комах), щоб зберегти високу продуктивність та якість яєць.

4. Для успіху в органічній системі критично важливим є вибір стійких порід або кросів подвійного призначення, які краще пристосовані до вільного вигулу та використання місцевих кормів. Такі кроси демонструють вищу життєздатність і стійкість до захворювань в умовах обмеженого ветеринарного втручання.

5. Успішна реалізація розроблених та оптимізованих технологічних параметрів (зокрема, ефективна годівля та управління вигулами) дозволить господарствам Полісся не лише відповідати органічним стандартам, але й забезпечити конкурентоспроможність продукції та підвищити економічну ефективність виробництва харчових яєць.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Вербельчук С. П., Невмержицький Д. В. Органічне виробництво у тваринництві: сучасні тенденції, проблеми та перспективи розвитку. *Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини*: матеріали XI щорічної Всеукраїнської науково-практичної конференції (14 листоп. 2024 р.). Житомир : Поліський національний університет, 2024. С. 223–226.
2. Organic Standard. URL: <https://organicstandard.ua/> (дата звернення: 09.10.2025).
3. Вовк О. В. Формування регіональних ринків продовольства в умовах децентралізації (на прикладі Житомирської області). *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Економічні науки*. 2020. Вип. 41. С. 182–186.
4. Закон України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» від 10.07.2018 № 2496-VIII. *Відомості Верховної Ради (ВВР)*. 2018. № 36. С. 2–18.
5. Закон України «Про основні засади та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» від 10 липня 2018 року № 2496-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 2018. № 38. Ст. 288. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-20> (дата звернення: 12.10.2025).
6. Закон України «Про безпечність та гігієну кормів» від 22 грудня 2022 року № 2841-IX. *Відомості Верховної Ради України*. 2023. № 6. Ст. 36. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2841-20> (дата звернення: 20.10.2025).
7. Закон України «Про державну підтримку сільського господарства України» від 24 червня 2004 року № 1877-IV. *Відомості Верховної Ради України*. 2004. № 49. Ст. 527. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1877-15> (дата звернення: 20.10.2025).
8. ДСТУ 5028:2008 Яйця курячі харчові. Технічні умови. [Чинний від 2008-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008.
9. Органічне виробництво як складова формування продовольчої безпеки / Вербельчук С. П., Вербельчук Т. В., Невмержицький Д. В., Кобко Д. О. *Наукові читання 2025. Ветеринарна медицина і біорізноманіття в цифрову епоху: інновації, діагностика, захист* : матеріали XII щоріч. Всеукр. наук.-практ. конф. наук.-пед. працівників, аспірантів та магістрів, присвяч. Дню науки в Україні, 20 трав. 2025 р. Житомир : Вид.-во Поліського національного університету, 2025. С. 161–163.
10. Сичук О. В. Діагностика розвитку ринку органічної продукції в Україні. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*. 2024. (15). DOI: 10.54929/2786-5738-2024-15-03-02.
11. Кучерук М. Д. Органічне птахівництво України: ветеринарно-санітарне забезпечення технології : монографія / Марія Дмитрівна Кучерук, Дмитро Адамович Засєкін. Київ : Прінтеко, 2020. 189 с.
12. Лошак В. Р., Михальська В. М. Сертифікація органічної продукції в Україні. *Зміна клімату та її наслідки для тваринництва і ветеринарної медицини*: наукові підходи та інноваційні рішення: Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 10-11 жовтня 2024 року. Одеса: ІКОСГ НААН, 2024. С. 188–190.
13. Кучерук М. Д. Гуманне ставлення до продуктивної птиці для органічного вирощування. *Наукові горизонти*. 2018. № 9–10 (71). С. 52–58.
14. Grashorn M. A., Sergel L. Effects of organic farming on quality of chicken eggs. *Journal of Applied Poultry Research*. 2012. Vol. 21(2). P. 448–458. DOI: 10.3382/japr.2011-00445.
15. Analysis of Production and Sales of Organic Products in Ukrainian Agricultural Enterprises/ R. Ostapenko et al. *Sustainability*. 2020 Jan. 12 (8). 3416 p. DOI:10.3390/su12083416.

16. Каркач П. М., Машкін Ю. О., Фесенко В. Ф. Екологічні проблеми промислового та органічного птахівництва (огляд). *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва = Animal Husbandry Products Production and Processing*: збірник. наук. праць. Біла Церква: БНАУ, 2023. Вип. 1. С. 145–158. doi: 10.33245/2310-9289-2023-178-1-145-158.

17. Кучерук М. Д., Галабурда М. А. Потенційні ризики за органічного виробництва продукції птахівництва та способи їх запобігання. *Науковий вісник ветеринарної медицини*, 2020, № 2. С. 28–38. doi: 10.33245/2310-4902-2020-160-2-28-38

18. Головка М. В., Коваленко І. А. Вплив воєнного стану на логістичні ланцюги та виробництво в птахівництві України. *АгроСвіт*. 2024. № 4. С. 34–40.

19. Аверчева Н. О., Карпенко О. В. Розвиток органічного сектору у яєчному птахівництві. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2023. Випуск 18. С. 17–28.

20. Аверчева Н. О. Забезпечення стійкого розвитку птахівництва на основі малих форм підприємництва. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2022. Вип. 14. С. 16–25.

21. Каркач П. М. Проблеми та актуальність виробництва органічної продукції птахівництва у присадибних та фермерських господарствах. *Вісник Сумського національного аграрного університету Серія «Тваринництво»*. 2022. Вип. 1 (48). С. 19–25.

22. Кучерук М. Д., Засєкін Д. А. Особливості годівлі курей-несучок за органічного вирощування. *Біологія тварин*, 2020; 22 (2): 58–64.

23. Полякова К. О., Гурська Л. Л. Органічне виробництво: теоретичний аспект. *Органічне агровиробництво: освіта і наука*. Збірник матеріалів VII Міжн. науково-практичної конференції (25 жовтня 2022 року). Київ, С. 9–12.

24. Васюта Т. М. Оптимальна форма господарювання підприємств із органічної продукції птахівництва. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес*. 2014. Вип. 200(2). С. 53–57. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvpauc\\_econ\\_2014\\_200%282%29\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvpauc_econ_2014_200%282%29_11) (дата звернення: 24.10.2025).

25. Квашук О. В. Актуальність питання державного регулювання розвитку органічного сільськогосподарського виробництва в Україні як основи управління органічною діяльністю. *Органічне агровиробництво: освіта і наука*. Збірник матеріалів VII Міжн. науково-практичної конференції (25 жовтня 2022 року). Київ, С. 4–7.

26. Біодинамічне сільське господарство в Україні. Огляд розвитку та поточної ситуації. Органічна платформа знань, 2023. URL: [https://organic-platform.org/top\\_news/biodynamichne-silске-gospodarstvo-v-ukrayini-oglyad-rozvytku-ta-potochnoyi-sytuacziyi/](https://organic-platform.org/top_news/biodynamichne-silске-gospodarstvo-v-ukrayini-oglyad-rozvytku-ta-potochnoyi-sytuacziyi/).

27. Васюта Т. М. Оптимальна форма господарювання підприємств із органічної продукції птахівництва. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес*. 2014. Вип. 200(2). С. 53–57. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvpauc\\_econ\\_2014\\_200%282%29\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvpauc_econ_2014_200%282%29_11) (дата звернення: 24.10.2025).

28. Данькевич А. С., Гораш Я. О. Сучасний стан та перспективи розвитку птахівництва в Україні. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 48. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1770> (дата звернення: 26.10.2025).

29. Амонс С. Е. Стан та перспективи розвитку виробництва органічної продукції в Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 3 (22). С. 221–236.

30. Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції: Закон України від 10.07.2018 р. № 2496-VIII. (Із змінами). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text>

31. Регламент Ради (ЄС) № 889/2008 від 5 вересня 2008 року про детальні правила впровадження Регламенту Ради (ЄС) № 834/2007 щодо органічного виробництва. *Офіційний вісник Європейського Союзу*. 2008. L 250. С. 1–84.
32. Яців С. Ф. Стан і перспективи розвитку птахівництва у сільськогосподарських підприємствах України. *Агросвіт*. 2021. № 16. С. 26–33.
33. Склярєнко О. В., Криворучко Ю. І. Виробництво органічної продукції птахівництва. *Актуальні проблеми тваринництва та інноваційні шляхи їх вирішення в сучасних умовах*. тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції науковців, викладачів та аспірантів, 22–23 квітня 2025 р. / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2025. С. 86–89.
34. Органічне птахівництво: основні вимоги. Сучасне птахівництво, 2019 листопад-грудень № 11–12(204–205). С. 9–10.
35. Концепція виробництва органічних продуктів від фермерського господарства «Домашня курочка». *Сучасне птахівництво: науково-виробничий журнал*. 2023. № 1-2. С. 30–32.
36. Каркач П. М., Бурлака А. С. Проблеми і ризики органічного птахівництва. *The 17th International scientific and practical conference “System analysis and intelligent systems for management”* (May 02–05, 2023) Ankara, Turkey. International Science Group. 2023. С. 15–21.
37. Немцева Ю. В Україні сертифіковано майже 260 органічних виробників. Kurkul.com, 2024. <https://kurkul.com/news/37495-v-ukrayini-sertifikovano-mayje260-organichnih-virobnikiv>.
38. Перспективні напрямки яєчного виробництва. *Poultry Market. Птахівництво України і світу*. URL: <http://market.avianua.com/?p=2663>
39. Стретович О. О. Концепція виробництва органічних продуктів від фермерського господарства «Домашня курочка». *Сучасне птахівництво. Науково-виробничий журнал*, 2023. № 1-2 (242-243) січень-лютий. С. 30–32.
40. Органічне птахівництво / Кучерук М. Д., Засєкін Д. А. К.-П. : 2024. 307 с.
41. Історії успіху: органічне фермерське господарство «Домашня курочка» (Organic Chicken). URL: <https://organicinfo.ua/news/weos-cases-organicchicken/> (дата звернення: 18.10.2025).
42. Федерація органічного руху України. URL: <https://organic.com.ua/> (дата звернення: 25.09.2025).

Дата першого надходження рукопису до видання: 06.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.416 631.53.04:631.558: 631.547 631.56(477.4)(292.485  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.26>

## ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ, СОРТУ КОРМОВИХ БУРЯКІВ НА ФЕНОЛОГІЧНІ ФАЗИ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Овчарук В.І.** – д.с.г.н.,  
професор кафедри садівництва і виноградарства,  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»  
[orcid.org/0000-0003-2115-0916](https://orcid.org/0000-0003-2115-0916)

**Овчарук О.В.** – д.с.г.н.,  
професор кафедри рослинництва,  
Національний університет біоресурсів і природокористування  
[orcid.org/0000-0002-1117-962](https://orcid.org/0000-0002-1117-962)

**Євстафієва Ю.М.** – к.с.-г.н.,  
доцент кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва,  
докторант кафедри садівництва і виноградарства,  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»  
[orcid.org/0000-0001-5914-893X](https://orcid.org/0000-0001-5914-893X)

Найбільш трудомісткий процес в технології вирощування коренеплодів – це збирання врожаю. Понад 50% загальних витрат становлять витрати на збирання. У статті наведено результати експериментальних досліджень, які розв'язують науково-практичну проблему одного із елементів технології вирощування та процесу росту і розвитку рослин гарбуза звичайного залежно від схеми розміщення з метою підвищення врожайності та якості плодів для конвеєрного їх походження годівлі тварин.

У статті наведено результати експериментальних досліджень, щодо впливу строків сівби, сорту кормових буряків на фенологічні фази росту і розвитку рослин в умовах Правобережного Лісостепу України.

Польові дослідження були закладені на ділянках дослідного поля «Групи компанії VIAGRO», яке розміщено с. Криків Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. Клімат в роки проведення досліджень помірно континентальний з м'якою зимою та досить теплим літом. Середньорічна температура повітря становила 6-8 градусів. Дослідна ділянка ґрунтового покриву характеризувалась: чорнозем типовий.

Нашими дослідженнями встановлено, що процеси росту і розвитку сортів буряків кормових впродовж вегетаційного періоду проходили неоднаково і спостерігались певні відмінності у настанні основних фаз росту і розвитку рослин. Також відмічено, що дружні сходи буряків кормових залежать від польової схожості насіння, яка залежить від строків сівби. Тривалість проходження періоду від сівби до з'явлення сходів на усіх варіантах дослідів становив 14-22 доби, розходження між варіантами були в межах похибки – 1-8 доби. Найвищу польову схожість відмічено від сівби 29.04-01.05 у сорту Адра та Славія і становила 95,5% та 93,0%, відповідно. Експериментальними дослідженнями встановлено, строки сівби впливають на проходження основних фенологічних фаз росту і розвитку рослин.

Таким чином строки сівби буряків кормових для годівлі в конвеєрному виробництві до середини жовтня коренеплоди повинні бути добре сформовані не пересохлі, вони грубіють, втрачають вологу і погано зберігаються. Крім цього, строки сівби відіграють важливу роль в підвищенні зберігання в зимовий період. Сівбу, яку провели в ранні строки, коренеплоди старіють, можуть розтріскуватися, при зберіганні проростають і становляться

мени чутливими до враження глинистими мікроорганізмами. Проте, сімба в більш пізніші строки, коренеплоди набувають добре технічної стиглості, що впливає на пошкодження при транспортуванні, швидко випаровується вода і коренеплоди в'януть. Також слід відмітити, що ранньо-весняні посіви забезпечують кормами для годівлі в осінньо-зимовий період. Коренеплоди, отримані від більш пізніх строків сімби використовують для годівлі тварин в більш ранні строки.

Неоднакові умови, які склалися у різні періоди, виражають тривалість вегетаційного періоду. Він певно мірою залежить від строків сімби, особливо з підвищенням температури ґрунту тривалість проходження основних фенологічних фаз росту і розвитку може займати менший або подовжений період.

**Ключові слова:** кормові буряки, коренеплоди, строки сімби, сорт, фенологічні фази.

***Ovcharuk V.I., Ovcharuk O.V., Ievstafieva I.M. Influence of sowing times and variety of fodder beet on phenological phases of plant growth and development in the conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine***

*The most labor-intensive process in the technology of growing root vegetables is harvesting. Over 50% of the total costs are harvesting costs. The article presents the results of experimental studies that solve the scientific and practical problem of one of the elements of the cultivation technology and the process of growth and development of pumpkin plants depending on the placement scheme in order to increase the yield and quality of fruits for their conveyor origin for animal feeding.*

*The article presents the results of experimental studies on the influence of sowing dates and fodder beet varieties on the phenological phases of plant growth and development in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.*

*Field studies were carried out on the plots of the experimental field of the «VITAGRO Group of Companies», which is located in the village of Krykiv, Kamianets-Podilskyi district, Khmelnytskyi region. The climate during the years of the research was moderately continental with mild winters and fairly warm summers. The average annual air temperature was 6-8 degrees. The experimental plot of soil cover was characterized by: chernozem typical.*

*It was also noted that friendly seedlings of fodder beet depend on the field germination of seeds, which depends on the sowing date. The duration of the period from sowing to the appearance of seedlings in all variants of the experiment was 14-22 days, the differences between the variants were within the error range – 1-8 days. Our research has established that the processes of growth and development of fodder beet varieties during the growing season occurred differently and certain differences were observed in the onset of the main phases of plant growth and development. The highest field germination was observed from sowing on 29.04-01.05 in the varieties Adra and Slaviya and amounted to 95.5% and 93.0%, respectively. Experimental studies have established that sowing dates affect the passage of the main phenological phases of plant growth and development.*

*Thus, the sowing dates of fodder beets for feeding in conveyor production by mid-October, the root crops should be well formed, not dried out, they become coarse, lose moisture and are poorly stored. In addition, the sowing dates play an important role in increasing storage in the winter period. If sown early, root crops age, may crack, and germinate during storage and become less susceptible to attack by clay microorganisms. However, when sowing at a later date, the root crops reach good technical ripeness, which affects damage during transportation, water evaporates quickly and the root crops wilt. It should also be noted that early spring crops provide fodder for feeding in the autumn-winter period. Root crops obtained from later sowing dates are used for animal feeding in earlier periods.*

*The different conditions that have developed in different periods determine the length of the growing season. It depends to some extent on the timing of sowing, especially with increasing soil temperature, the duration of the main phenological phases of growth and development may take a shorter or longer period.*

**Key words:** Fodder beets, root crops, sowing dates, variety, phenological phases.

**Актуальність теми дослідження.** В сучасних умовах розвитку сільського господарства особливе значення в умовах Правобережного Лісостепу України має вплив строків сімби, сорту кормових буряків на фенологічні фази росту і розвитку рослин.

**Постановка проблеми.** Строки сівби залежать від біологічних особливостей рослин кормових буряків, кліматичних умов району вирощування та призначення врожаю. При цьому, основним фактором для одержання дружніх сходів культури є тепло і волога. Насіння висіане в непрогрітий ґрунт, бубнявіє і гине, а сходи якщо і з'являються, то ослаблені і часто пошкоджуються приморозками. Насіння кормових буряків при запізненні з сівбою, особливо в суху погоду, не дає дружніх сходів. Це пов'язано з тим, що таке насіння висівається мілко, а верхній шар ґрунту швидко пересихає і для проростання насіння не вистачає вологи. Для одержання врожаю коренеплодів кормових буряків впродовж тривалого періоду зберігання висівали середньо- і пізньостиглі сорти [5, 7, 9].

У процесі онтогенезу в рослинах кормових буряків відбуваються певні фізіологічні і морфологічні зміни, які виражені фенологічними фазами. Перехід рослин від однієї фази до наступної відбувається поступово і залежить від умов навколишнього середовища (тепла, світла, вологи, живлення). Тривалість життєвого циклу рослин виражається такими основними періодами і фазами розвитку: насінний період (фази ембріональна, спокою і проростання), період вегетативного росту (фаза інтенсивного росту, нагромадження поживних речовин і спокою), репродуктивний період і фаза технічної стиглості. Період вегетативного росту в рослин кормового буряка настає з розкриттям сім'ядоль і утворення першого справжнього листка, що характеризується інтенсивним ростом і розвитком кореневої системи. Від розміру асиміляційного апарату значною мірою залежить продуктивність рослин. Одною із основних фаз – це фаза нагромадження поживних речовин в коренеплодах кормових буряків настає тоді, коли добре розвинені коренева і надземна частини рослини, а продукти фотосинтезу не повністю використовуються на процеси росту і відкладаються про запас у продуктивних органах. Тому, під час цієї фази комплекс агрозаходів спрямований на посилення росту і розвитку, прискорення утворення продуктивних органів – коренеплодів [1, 4].

Строки сівби кормових коренеплодів для організації годівлі тварин в осінній період і зберігання в зимовий період підбираються такі, щоб в середині жовтня отримати технічно стиглі коренеплоди. Тому строки сівби будуть залежати від біологічних особливостей культур, кліматичних умов району та призначення врожаю. Основним фактором при цьому є одержання дружніх сходів, які будуть залежати від тепла, вологи та інших факторів. Крім цього, строки сівби відіграють важливу роль в підвищенні показника зберігання в зимовий період, проте при ранніх посівах коренеплоди перезрівають, старіють, розтріскуються, можуть проростати і становляться менш важливими до враження гнилісними мікроорганізмами. При більш пізніх посівах коренеплоди менш технічно стиглі, які пошкоджуються при транспортуванні, швидко випаровується вода і в'януть [2, 8, 10].

Одним із елементів сучасної технології вирощування коренеплодів буряків кормових важлива роль належить сортам. На відміну від агротехнічних заходів, роль сорту є найбільш доступним і ефективним засобом виробництва. Нові високопродуктивні сорти буряків кормових показують підвищену врожайність і якість продукції, що є важливим завданням вивчення основних фаз росту і розвитку рослин буряків кормових та встановлення тривалості вегетаційного періоду [3, 6, 11].

**Методика досліджень.** Впродовж 2022-2024 рр. проводились польові дослідження з впливу строків сівби і сортів кормових буряків на фенологічні фази росту і розвитку рослин. При цьому відмічено важливу роль строкам сівби, що дає можливість встановити найбільш оптимальний строк, від якого можна отримати дружні сходи і в подальшому вивчити фенологічні фази росту і розвитку рослин.

Польові дослідження були закладені на ділянках дослідного поля «Групи компаній VITAGRO», яке розміщено с. Криків Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. Клімат в роки проведення досліджень помірно континентальний з м'якою зимою та досить теплим літом. Середньорічна температура повітря становила 6-8 градусів. Дослідна ділянка ґрунтового покриву характеризувалась: чорнозем типовий. Вміст гумусу (за Тюрнімом) в одному шарі ґрунту 0-30 см становить 3,6-4,2%. Вміст азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 96-139 мг/кг, рухомого фосфору 118-124 мг/кг (за Чиріковим); обмінного калію – 109-115 мг/кг (за Чиріковим).

Сортовивчення виконували відповідно до «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур» та «Методики проведення досліджень по кормовиробництву».

Оцінку продуктивності та підбір сортів буряків кормових, які адаптовані до умов Правобережного Лісостепу України – Адра, Рекорд Полі Біс, Славія в триразовому повторенні. Сівбу проводили широкорядним способом з міжряддям 45 см у добре підготовлений ґрунт з густиною рослин 90 тис. шт./га з нормою висіву 12-16 кг/га, глибиною загортання – 3-4 см, з внесенням мінеральних добрив у рядки під час сівби ( $N_{20}P_{20}K_{20}$ ). Строки сівби насіння 21-24.04, 29.04-01.05, 06-09.05.

Розмір дослідних ділянок – 20 м<sup>2</sup>, облікових – 15 м<sup>2</sup>, повторення варіантів триразове із систематичним розміщенням рослин. Розміщення ділянок – рендомізованим методом. У кожній ділянці маркували 10 дослідних рослин, з напрямком рядків – із півночі на південь.

Динаміку з'явлення поодиноких до повних сходів визначали на постійно зафіксованих відрізках рядка довжиною 2 м і розміщених у 5-ти місцях по діагоналі ділянки. При цьому фіксували дату поодиноких рослин, масових і повних сходів, утворення рослинами першої, другої і третьої пар справжніх листків, змикання їх в рядках та міжряддях. Початок настання кожної фази розвитку рослин вважали дати, коли цей показник наставав у 10% рослин.

**Результати досліджень.** Вегетаційний період у сортів буряків кормових різний, який пов'язаний із впливом багатьох факторів: екотип сорту, група стиглості та ін. Сорт у значній мірі визначає придатність його до умов вирощування в тій чи іншій ґрунтово-кліматичній зоні. Від цього буде залежати тривалість вегетаційного періоду, який продовжується або скорочується, що впливає на фотосинтетичну активність рослин.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що процеси росту і розвитку сортів буряків кормових впродовж вегетаційного періоду проходили неоднаково і спостерігались певні відмінності у настанні основних фаз росту і розвитку рослин. Також відмічено, що дружні сходи буряків кормових залежать від польової схожості насіння, яка залежить від строків сівби. Тривалість проходження періоду від сівби до з'явлення сходів на усіх варіантах дослідів становив 14-22 доби, розходження між варіантами були в межах похибки – 1-8 доби. Найвищу польову схожість відмічено від сівби 29.04-01.05 у сорту Адра та Славія і становила 95,5% та 93,0%, відповідно (табл. 1).

Польова схожість насіння кормових буряків значною мірою визначається строками сівби і сортами. Оскільки насіння у період проростання вбирає багато вологи, тому буряки сіють якомога раніше, на початку весняно-польових культур. У цей період у ґрунті є великі запаси вологи, а тимчасове зниження температури нешкідливе для його проростків. Запізнення з сівбою на 10-12 діб призводить до

зниження польової схожості на 11,5-12,5%, що потребує при пізніх строках відповідно збільшували норму висіву.

Таблиця 1  
Вплив строків сівби, сорту на польову схожість насіння кормових буряків  
(середнє за 2022-2024 рр.)

Сорт	Строк сівби	Висіяно насіння на 1 м <sup>2</sup> /шт.	Проросло насіння 1 м <sup>2</sup> /шт.	Польова схожість, %	Тривалість періоду від сівби до сходів, діб
Адра	21-24.04	20	18,3	91,5	20
	29.04-01.05 (к)*	20	19,1	95,5	16
	06-09.05	20	18,0	90,0	14
Рекорд Полі Біс	21-24.04	20	17,8	89,0	19
	29.04-01.05 (к)*	20	18,3	91,5	15
	06-09.05	20	18,0	90,0	14
Славія	21-24.04	20	17,9	89,5	20
	29.04-01.05 (к)*	20	18,6	93,0	15
	06-09.05	20	17,8	89,0	13

Примітка: (к)\* – контроль.

Так, у сорту Адра з найкращими показниками польової схожості виділяється сівба 29.04-01.05 – 95,5%. Аналогічні показники сорту Рекорд Полі Біс – 91,5% і Славія – 93,0%. За тривалістю періоду сівби до сходів з продовженим цим показником виділяється ранньо-весняна сівба 21-24.04, з періодом 19-20 діб. Також від ранньої сівби спостерігається розвиток квіткових коренеплодів. Тоді, як при сівбі 29.04-01.05 і 06-09.05 майже не утворюють цвітухи, коренеплоди краще зберігаються у зимовий період. Тривалість періоду сівби – сходи у сорту Адра становив – 14-16 діб, Рекорд Полі Біс – 14-15 діб і сорту Славія – 13-15 діб. Тому врожай при висіванні 21-24.04 строку використовують для згодовування здебільшого в літньо-осінній період, а від строків сівби 29.04-01.05 і 06-09.05 для зберігання.

Таким чином, за розрахунками частки впливу досліджуваних елементів технології вирощування коренеплодів буряків кормових на польову схожість становила: вплив сорту – 18-20%, строків сівби – 66-68%, поєднання цих факторів – 11-13% від загальної дисперсії. На частку інших неврахованих факторів, до яких можна віднести і гідротермічні умови, припадає – 1-2%.

На ріст і розвиток рослин кормових буряків істотно впливають строки сівби і взаємодія їх в агрофітоценозах, оскільки у процесі життєдіяльності між ними постійно існує вимогливість до світла, вологи і поживних речовин. По-різному будуть впливати на настання фенологічних фаз росту і розвитку.

Експериментальними дослідженнями встановлено, строки сівби впливають на проходження основних фенологічних фаз росту і розвитку рослин (табл. 2).

Від раннього строку сівби 21-24 квітня у сорту Адра масові сходи з'явилися 08-09 травня, утворення двох справжніх листків 22-24 травня. Фаза змикання листків у міжряддях відмічено 10 червня і технічна стиглість коренеплодів настає в перших числах вересня. Аналогічні показники фаз росту і розвитку рослин кормових буряків від сівби 29.04-01.05 і 06-09.05. При цьому масові сходи рослин

встановлено в другій половині травня, утворення двох справжніх листків в третій половині травня. Фаза технічної стиглості, також відмічено в першій половині вересня.

Таблиця 2

**Фенологічні фази росту і розвитку рослин буряків залежно від строків сівби (середнє за 2022-2024 рр.)**

Сорт	Строк сівби	Фази росту і розвитку (дата)			
		з'явлення масових сходів	утворення 2-х справжніх листків	змикання листків у міжряддях	технічна стиглість
Адра	21-24.04	08-09.05	22-24.05	10.06	01.09
	29.04-01.05 (к)*	13-14.05	20-22.05	06.06	04.09
	06-09.05	15-16.05	26-28.05	15.06	09.09
Рекорд Полі Біс	21-24.04	07-08.05	21-22.05	08.06	02.09
	29.04-01.05 (к)*	11-12.05	19-20.05	09.06	03.09
	06-09.05	13-14.05	22-23.05	12.06	09.09
Славія	21-24.04	07-08.05	25-27.05	15.06	11.09
	29.04-01.05 (к)*	14-15.05	27-29.05	18.06	12.09
	06-09.05	14-16.05	24-26.05	11.06	09.09

*Примітка: (к)\* – контроль.*

Строки сівби насіння сорту Рекорд Полі Біс вплинули на фази росту і розвитку рослин. Так і з'явлення масових сходів при сівбі 21-24 квітня отримано 07-08 травня, 29.04-01.05 – 11-12 травня і 06-09.05 – 13-14 травня. Утворення на рослинах двох справжніх листки відмічено в другій і третій половині травня, змикання рослин у рядку в другій половині червня і технічна стиглість коренеплодів наставала на початку вересня.

Показники фаз росту і розвитку рослин сорту Славія маю чим відрізняються від сортів Адра і Рекорд Полі Біс.

Таким чином строки сівби буряків кормових для годівлі в конвеєрному виробництві до середини жовтня коренеплоди повинні бути добре сформовані не пересохлі, вони грубіють, втрачають вологу і погано зберігаються. Крім цього, строки сівби відіграють важливу роль в підвищенні зберігання в зимовий період. Сівбу, яку провели в ранні строки, коренеплоди старіють, можуть розтріскуватися, при зберіганні проростають і становляться менш чутливими до враження глинистими мікроорганізмами. Проте, сівба в більш пізніші строки, коренеплоди набувають добре технічної стиглості, що впливає на пошкодження при транспортуванні, швидко випаровується вода і коренеплоди в'януть. Також слід відмітити, що ранньо-весняні посіви забезпечують кормами для годівлі в осінньо-зимовий період. Коренеплоди, отримані від більш пізніх строків сівби використовують для годівлі тварин в більш ранні строки.

Неоднакові умови, які склалися у різні періоди, виражають тривалість вегетаційного періоду. Він певно мірою залежить від строків сівби, особливо з підвищенням температури ґрунту тривалість проходження основних фенологічних фаз росту і розвитку може займати менший або подовжений період (табл. 3).

Таблиця 3

**Вплив строків сівби, сорту на тривалість міжфазних періодів рослин  
буяків кормових (середнє за 2022-2024 рр.)**

Сорт	Строк сівби	Тривалість фази розвитку рослин, діб			
		сівба – з'явлення масових сходів	масові сходи – дві парисправжніх листків	два справжніх листки – змивання висків у міжряддях	змикання листків–технічна стиглість коренеплодів
Адра	21-24.04	15-17	14-16	16-18	86-88
	29.04-01.05 (к)*	13-15	12-13	15-16	88-90
	06-09.05	11-12	12-13	16-17	86-88
Рекорд Полі Біс	21-24.04	16-17	15-16	14-15	90-91
	29.04-01.05 (к)*	10-11	11-12	13-14	89-90
	06-09.05	10-12	12-14	13-15	86-88
Славія	21-24.04	14-15	13-14	14-15	85-87
	29.04-01.05 (к)*	12-13	10-12	11-12	87-89
	06-09.05	11-12	11-12	11-12	88-89

*Примітка: (к)\* – контроль.*

Для покращення посівних якостей, одержання дружніх сходів необхідно застосовувати один із агротехнічних заходів, де строки сівби, які забезпечують рівномірність з'явлення масових сходів і в подальшому ріст і розвиток рослин. Так, від весняної сівби 21-24.04 сорту Адра фаза з'явлення масових сходів відмічено на 15-17 добу, формування двох справжніх листків на 14-16 добу і змикання листків у міжряддях на 16-18 добу, технічна стиглість коренеплодів – 86-88 добу. Від строку сівби 06-09.05 масові сходи з'явилися на 11-12 добу, і інші фази розвитку проходили майже однаково по усіх строках сівби. Аналогічні показники проходження фенологічних фаз росту і розвитку рослин у сорту Рекорд Полі Біс і Славія. Проте слід відмітити, що у сорту Рекорд Полі Біс фаза сівби – з'явлення масових сходів від сівби 06-09.05 на дві доби раніше. Це можна пояснити біологічними особливостями даного сорту.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Найкращими показниками польової схожості виділяється сорт Адра від сівби 29.04-01.05 – 95,5%, сорту Рекорд Полі Біс – 91,5% і Славія 93,0%. За тривалістю періоду від сівби до масових сходів встановлено від строку 21-24.04 з періодом у 19-20 діб. Тоді, як від сівби 06-09.05 фаза з'явлення масових сходів за сортами становили в середньому 14-16.05. В подальшому показники фаз росту і розвитку рослин утворення двох справжніх листків відмічено в третій половині травня, фаза технічної стиглості коренеплодів – в першій половині вересня.

Тривалість міжфазних періодів від весняної сівби 21-14.04 незалежно від сортів з'явлення масових сходів відмічено на 14-16 добу змикання листків у міжряддях на 16-18 добу, технічна стиглість наступила на 86-88 добу. Від строку сівби 06-09.05 масові сходи з'явилися на 11-12 добу, інші фази розвитку рослин проходили майже однаково по усіх строках сівби і сортах.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Агроекологічна роль сівозміни в умовах України та країн ЄС. Олег Овчарук, Тарас Гуцол, Andrzej Samborski, Marcin Niemiec. *Сучасний рух науки: тези доп. V Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.*, 7-8 лют. 2019 р. Дніпро, 2019. С. 511-516.
2. Буряки цукрові – селекція, насінництво та технологія вирощування: моногр. / Присяжнюк О. І., Присяжнюк Л. М., Мельник С. І., Гринів С. М. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 310 с.
3. Вплив сорту, густоти рослин, строків збирання врожаю коренеплодів кормових буряків на зберігання в умовах Правобережного Лісостепу України В. І. Овчарук та ін. *Таврійський науковий вісник*, 2025. № 143. С. 227-234.
4. Гармашов В. В., Стан Д. С. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин кормового буряка залежно від умов вирощування. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 2014. Вип. 71. С. 1-6.
5. Демидась Г. І., Бурко Л. М. Продуктивність буряків кормових залежно від удобрення у правобережному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ, 2010. № 34. С. 183-186.
6. Енергоощадні технології вирощування різних сортів буряку кормового в зоні Лісостепу. С. С. Панасюк. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф.*, 30 берез. 2023 р. Біла Церква : БНАУ, 2023. С. 160-161.
7. Куничак Г. С., Кобилянська Г. М. Цінність і технологія вирощування кормових буряків. *Пропозиція – головний журнал з питань агробізнесу*. Київ, 2008. № 9. С. 6-65.
8. Стоноженко Р. В. Вплив сортових особливостей на продуктивність кормових буряків в Центральній Україні: кваліфікаційна робота за другим (магістерським) рівнем вищої освіти : спец. 201 «Агрономія» / наук. кер. Г.А. Кулик; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. Кропивницький : ЦНТУ. 2022. 66 с.
9. Хіврич О. Б. Рання сівба буряків кормових – як спосіб підвищення їх продуктивності. *Агробіологія: зб. наук. праць*. Біла Церква, 2010. Вип. 4 (80). С. 111.
10. Global Gap and integrated plant production as a part of the international of agricultural farms. M. Niemiec, M. Komorowska, M. Kubon, J. Sikora, O. Ovcharuk, Z. GrodekSzostak *Proceedings of the International Scientific Conference*. 2019. P. 430-440.
11. Photosynthetic activity of forage beet plants depending on the variety in the conditions of the right bank Forest Steppe of Ukraine. V. I. Ovcharuk, O. V. Ovcharuk, I. M. Ievstafieva. *Modern engineering and innovative technologies*. 2024. № 36 (03). С. 63-71.

Дата першого надходження рукопису до видання: 27.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 619: 614.31: 637

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.27>

## ВПЛИВ СТРЕСУ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНОСТІ КОРІВ

**Приліпко Т.М.** – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри харчових технологій виробництва і стандартизації харчової продукції,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

[orcid.org/0000-0002-8178-207X](https://orcid.org/0000-0002-8178-207X)

**Бетлінська Т.В.** – асистент кафедри інфекційних та інвазійних хвороб,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

[orcid.org/0000-0002-1070-0874](https://orcid.org/0000-0002-1070-0874)

Наведені результати вивчення впливу різних факторів стресу на продуктивність молочну продуктивність чорно-рябоді породи великої рогатої худоби. Для визначення ступеня впливу теплового стресу на тварин використовується спеціальний показник температури (Temperature Humidity Index / THI), який є поєднанням двох змінних: температури навколишнього середовища та відносної вологості повітря, що дозволяє оцінити необхідність охолодження тварин та вжити необхідних заходів для вирівнювання теплового стресу. Встановлено, що у корів за 20 хвилин перебування продуктивність знизилася на 7% та на 40 хвилинах – на 13,7%. Вміст жиру в молоці знизилася на 0,24 та 0,62% відповідно. Тривалість доїння зростає відповідно на 0,3 та 2 хвилини. Відмічено, що швидкість доїння знизилася. На основі наших даних про дослідження було встановлено, що при  $THI = 68$  стрес відсутній, при цьому  $THI > 69$  і  $< 73$  у корів мають початок стресу, а в  $THI > 74$  стресовий стан, при якому продуктивність знижується. Лактуючі корови, особливо високопродуктивні, більш сильно піддаються впливу високій температурі повітря. Збільшення температури повітря супроводжується збільшенням як споживання кисню так і теплової продукції. продуктивність після стресу знижувалася при температурі  $16^{\circ}C$  на 0,1 кг, при температурі  $20^{\circ}C$  на -2,1 кг, або 9,5%, при температурі  $26^{\circ}C$  на 3,1 кг, або 14,9% ( $P < 0,001$ ). При цьому, відмічено, що зміни в режимі температури вплинули якість молока, оскільки вміст білка та жиру змінилися. Температуру та відносну вологість слід враховувати при взаємодії їх сукупного впливу на тварину. Встановлено, що зона теплового комфорту для корів при температурі навколишнього середовища від  $-13^{\circ}C$  до  $20-25^{\circ}C$ . Вказаний діапазон є оптимальним для підтримки нормальної температури тіла між  $38,4$  та  $39,1^{\circ}C$ .

**Ключові слова:** корови, стрес, надій, продуктивність, жир, білок, температура.

**Prylipko T.M., Betlinska T.V. The impact of stress on the milk performance of cows**

The results of the study of the impact of various stress factors on productivity of dairy productivity of black and rippled breed of cattle. To determine the degree of impact of heat stress on animals, a special temperature (Temperature humidity index / THI) is used, which is a combination of two variables: ambient temperature and relative humidity, which allows to evaluate the need for cooling of animals and take the necessary measures to equalize heat stress. It was found that the cows in 20 minutes of stay decreased by 7% and by 40 minutes – by 13.7%. The fat content in milk decreased by 0.24 and 0.62%, respectively. The milking duration has increased by 0.3 and 2 minutes, respectively. It is noted that the visibility of milking has decreased. On the basis of our research data, it was found that at  $THI = 68$  stress is absent, with  $THI > 69$  and  $< 73$  in cows, stress, and in  $THI > 74$  stressful condition in which productivity decreases. Lactable cows, especially high-yielding cows, are more exposed to high air temperature. Increasing air temperature is accompanied by an increase in both oxygen and heat consumption.

*The performance after stress was reduced at a temperature of 16 ° C by 0.1 kg, at a temperature of 20 ° C by -2.1 kg, or 9.5 %, at a temperature of 26 ° C by 3.1 kg, or 14.9 % (p <0.001). At the same time, it is noted that changes in temperature mode were affected by the quality of milk, since the content of protein and fat changed. The temperature and relative humidity should be taken into account when the interaction of their aggregate impact on the animal. It is established that the thermal comfort zone for cows at an ambient temperature from -13 ° C to 20-25 ° C. The specified range is optimal for maintaining normal body temperature between 38.4 and 39.1 ° C.*

**Key words:** cows, stress, hope, productivity, fat, protein, temperature.

**Вступ.** Стрес негативно впливає на продуктивність корів, знижуючи надої молока, змінюючи його склад (вміст жиру, білка) та впливаючи на відтворення тварин. Основні види стресорів включають спеку, тісні умови утримання, шум, неправильна годівля та соціальні конфлікти, що призводять до підвищення рівня стресових гормонів, таких як кортизол, та порушення фізіологічних процесів [2, с. 72; 3, с. 136].

В умовах промислових молочних комплексів та ферм, а також з інтелектуальними технологіями нового покоління, важливою умовою є без стресове утримання великої рогатої худоби – це основа екологічного утримання тварин [6, с. 147].

Інтеграція України до міжнародних економічних організацій ставить питання щодо необхідності виробництва конкурентоспроможної та водночас екологічно безпечної для життя і здоров'я населення молочної продукції. Це, в свою чергу, висуває вимоги до використання технологій виробництва у плані відповідності міжнародним стандартам у напрямі зниження впливу негативних чинників на рівень продуктивності тварин, їх стресостійкість до технологічних та природних чинників тощо. До цих чинників відноситься й температурний стрес – ситуація, коли тіло неспроможне ефективно розсіювати метаболічне тепло, це може призводити до збільшення внутрішньої температури тіла та зменшення фізичних і ментальних здібностей [14, с. 69].

За повідомленням [9, с. 210; 10, с. 277; 11, с. 8132] кожен градус глобального збільшення температури призводить до багаторазового збільшення частоти теплових хвиль і посилення теплового стресу.

Корови не терплять наслідків теплового стресу від сонячних променів. Стресовий стан у корів також може бути дією низьких температур у поєднанні з високою вологістю, вітром тощо. У цьому випадку тварини збільшують споживання корму на 20-30 %, а щоденні завдання худоби для відгодиння падають на 25-30 %. Стрес виникає через інтенсивні або довгострокові діїна організм різних факторів.

Останні дослідження фізіології живлення корів свідчать, що худоба, яка зазнала суттєвого надлишку термічного навантаження, має негативний азотний баланс в основному внаслідок зменшення споживання корму [7, с. 610; 8, с. 1167; 12, с. 3867]. Цей дефіцит азоту може бути компенсовано збільшенням вмісту протеїну в сухій речовині раціону. У той же час таке збільшення суттєво обмежено неспроможністю мікроорганізмів рубця швидко переробити розчинний сирий протеїн, який надійшов з компонентами раціону до рубця корів в мікробіальний білок, а створений надлишок азоту призводить до його всмоктування в кров, що негативно впливає на обмін речовини, споживання сухої речовини та молочну продуктивності тварин [3, с. 136; 13, с. 34].

Ветеринарно-профілактичними заходами викликають стрес. В даному випадку стресом є больові відчуття після вакцинації, кастрації, мічення, зважування і ін. Незважаючи на коротку тривалість перелічених маніпуляцій, наслідки їх впливу на організм тварин і продуктивність значні та тривалі. [1, с. 21; 3,136; 15, с. 2131]

**Мета дослідження.** Метою дослідження було вивчення впливу різних факторів стресу на продуктивність молочну продуктивність чорно-рябої породи великої рогатої худоби в господарстві Хмельницької області.

Для досягнення мети було заплановано наступні завдання:

– вивчити вплив технологічного та теплового стресу на продуктивність молочної продуктивності корів;

– вивчення впливу (ТНІ) індексу температури на продуктивність.

Для цього на за принципом аналогів були сформовані групи тварин. Групи сформовані відповідно до першої лактації. Корови були в однакових умовах годівлі та утримання [4, с. 85].

Технологічний стрес – вивчення впливу тривалості перебування корів на переддоїльному майданчику.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Виходячи з отриманих даних, було встановлено, що у корів за 20 хвилин перебування продуктивність знизилася на 7 % та на 40 хвилинах – на 13,7 %. Вміст жиру в молоці на 0,24 та 0,62 % відповідно. Тривалість доїння зросла відповідно на 0,3 та 2 хвилини. Швидкість доїння знизилася.

Для визначення ступеня впливу теплового стресу на тварин використовується спеціальний показник температури (Temperature Humidity Index / ТНІ), який є поєднанням двох змінних: температури навколишнього середовища та відносної вологості повітря, що дозволяє оцінити необхідність охолодження тварин та вжити необхідних заходів для вирівнювання теплового стресу.

Зона теплового комфорту для корів при температурі навколишнього середовища від  $-13^{\circ}\text{C}$  до  $20-25^{\circ}\text{C}$ . Вказаний діапазон є оптимальним для підтримки нормальної температури тіла між  $38,4$  та  $39,1^{\circ}\text{C}$ .

Ми вивчали індекс температури (ТНІ). На основі наших даних про дослідження було встановлено, що при  $\text{ТНІ} = 68$  стрес відсутній, при цьому  $\text{ТНІ} > 69$  і  $< 73$  у корів мають початок стресу, а в  $\text{ТНІ} > 74$  стресовий стан, при якому продуктивність знижується. Лактуючі корови, особливо високопродуктивні, більш сильно піддаються впливу високій температурі повітря. Збільшення температури повітря супроводжується збільшенням як споживання кисню так і теплової продукції. Дані про вплив теплового стресу на молочну продуктивність наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Вплив теплового стресу на молочну продуктивність корів**

До стресу				Після стресу			
Температура, $^{\circ}\text{C}$	Надій, кг	% жиру	% білку	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Надій, кг	% жиру	% білку
16	25,6 ± 1,89	3,86 ± 0,04	2,88 ± 0,01	26	25,5 ± 0,98	3,75 ± 0,05	2,88 ± 0,02
20	22,3 ± 2,6	3,78 ± 0,06	2,86 ± 0,02	26	20,2 ± 2,96	3,67 ± 0,06	2,76 ± 0,02
26	20,8 ± 1,34	3,53 ± 0,02	2,88 ± 0,0	26	17,7 ± 1,23	3,71 ± 0,03	2,81 ± 0,02

Виходячи з даних таблиці, зрозуміло, що продуктивність після стресу знижувалася при температурі  $16^{\circ}\text{C}$  на 0,1 кг, при температурі  $20^{\circ}\text{C}$  на -2,1 кг, або 9,5 %, при температурі  $26^{\circ}\text{C}$  на 3,1 кг, або 14,9 % ( $P < 0,001$ ).

Зміни в режимі температури вплинули на якість молока, оскільки вміст білка та жиру змінилися. Температуру та відносну вологість слід враховувати при взаємодії їх сукупного впливу на тварину. Температуру та відносну вологість слід враховувати при взаємодії їх сукупного впливу на тварину.

#### **Висновки і перспективи подальших досліджень.**

Дослідження показали, що при ТНІ = 68 не спостерігається зниження врожаю молока, це становило 25,5 кг. Зі зростанням ТНІ, починаючи з 69, спостерігалось зменшення надоїв на 2,1 кг/добу, або (9,5 %), при цьому  $\geq 74$  надій знижується на 3,1 кг, або (14,9 %).

Подальші дослідження передбачають вплив зміни годівельного фактору на продуктивність лактуючих корів.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Богданов Г. О., Кандиба В. М., Ібатуллин І. І., Мельничук Д. О., Гетья А. А., Костенко О. І. Норми і раціони повноцінної годівлі високопродуктивної великої рогатої худоби: довід.-посіб. Київ: Аграрна наука, 2012. 296 с.
2. Болтик, Н. Вплив теплового стресу на молочну продуктивність корів. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2014. С. 72-76.
3. Кравченко Ю. С., Прусова Г. Л., Золотарьов А.П., Слєцька Л. М., Тимченко Л. А. Температура навколишнього середовища, як фактор впливу на продуктивність великої рогатої худоби. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2019. № 121. с. 136–145. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2019-121-136-146>.
4. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник. за ред. І. І. Ібатуліна, О. М. Жукорського. Київ: Аграр. наука. 2017. 328 с.
5. Петруша Є. З., Дібіров Р. М. Продуктивність і поведінка корів за екстремальних параметрів атмосферного повітря. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, 2014. № 2. С. 124–128.
6. Саранжа Р.А., Черненко О.М. Технологічні якості корів української чорно-рябкої породи залежно від їх стресостійкості. *Вісник Дніпропетровського аграрного університету*. 2014. № 2. С. 147-148
7. Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби: монографія за ред. В. М. Кандиби, І. І. Ібатуліна, В. І. Костенка. Житомир: «Рута», 2012. 860 с.
8. Bernabucci U., Lacetera N., Baumgard L. H., Rhoads R. P., Ronchi B., Nardone A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, 2010. № 4. 1167–1183. <https://doi.org/10.1017/S175173111000090X>.
9. Frigeri K. D. M., Kachinski K. D., Ghisi, N. d. C., Deniz M., Damasceno F. A., Barbari M., Herbut P., Vieira F. M. C. Effects of Heat Stress in Dairy Cows Raised in the Confined System: A Scientometric Review. *Animals*, 2023. 13(3):350. <https://doi.org/10.3390/ani13030350>.
10. Gosling S. N., Bryce E. K., Dixon P. G. et al. A glossary for biometeorology. *Int J Biometeorol*, 2014. 58. 277–308. <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0729-9>.
11. Kaufman J. D., Kassube K. R., Rius A. G. Lowering rumen-degradable protein maintained energy-corrected milk yield and improved nitrogen-use efficiency in multiparous lactating dairy cows exposed to heat stress. *J. Dairy Sci.*, 2017. 100(10). 8132-8145. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13026>
12. Matthews T. K., Wilby R. L., Murphy C. Communicating the deadly consequences of global warming for human heat stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2017. 114(15). 3861–3866. <https://doi.org/10.1073/pnas.1617526114>.
13. Morignat E., Perrin J. B., Gay E., Vinard J. L., Calavas D., Henaux, V. Assessment of the impact of the 2003 and 2006 heat waves on cattle mortality in France. *PLoS One*, 2014. 9(3), 176.

14. Tetiana Prylipko, Tetiana Koval, Volodymyr Kostash, Volodymyr Tkachuk, Vita Kostash The Role of Mechanical Mixing and Biologically Active Additives in Enhancing Cutlet Quality. *Qubahan Academic Journal*. Volume 4. 2024. Issue 4. P. 69-83. DOI: <https://doi.org/10.48161/qaj.v4n4a264>. (Q1)

15. West J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 2003. 86 (6). 2131–2144. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73803-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X)

Дата першого надходження рукопису до видання: 21.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

УДК 636.2.636.02'033 (477.65)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.28>

## ВИРОБНИЧА ПЕРЕВІРКА ОПТИМАЛЬНОЇ ДОЗИ КОРМОВОЇ ПРОБІОТИЧНОЇ ДОБАВКИ «БІОМАГН» В РАЦІОНІ ТЕЛЯТ

**Ткачук В.П.** – к. с.-г. наук, доцент,  
доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аква культури,  
Поліський національний університет  
[orcid.org/0000-0002-4811-6884](https://orcid.org/0000-0002-4811-6884)

**Косташ В.Б.** – аспірант кафедри біоресурсів, тваринництва  
та аква культури,  
Поліський національний університет  
[orcid.org/0009-0006-9981-4806](https://orcid.org/0009-0006-9981-4806)

**Приліпко Т.М.** – д.с.-г.н., професор,  
завідувач кафедри харчових технологій виробництва і стандартизації  
харчової продукції,  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»  
[orcid.org/0000-0002-8178-207X](https://orcid.org/0000-0002-8178-207X)

На основі результатів згодовування телятам кормової пробіотичної добавки «Біомагн» у наково- господарському досліді найбільш ефективною є 9 г/гол/добу. Для визначення ефективності досліджуваного фактора у виробничих умовах здійснити перевірку результатів науково-господарського досліді. Аналіз отриманих результатів виробничого досліді показав, що за 149 днів від телят контрольної групи отримано 27,92 ц приросту живої маси, тоді як від дослідної 30,66 ц, або на 2,74 ц більше. Якщо у контрольній групі жива маса однієї голови наприкінці перевірки становила 143,2 кг, то у дослідній – 153,1 кг, що на 9,9 кг більше. У зв'язку з цим середньодобові прирости живої маси у телиць перевіреної групи перевищували контроль на 68 г, або 9,8%. Зважаючи на те, що дослідні телята краще використовували і засвоювали поживні речовини кормів, їх менше витрачалося на приріст. Зокрема, у контролі на кожен кілограм приросту живої маси витрачалося 7,18 корм.од., а в дослідному варіанті – 6,52, що на 10,12% менше. Завдяки ефективнішому використанню поживних речовин у тварин дослідної групи зменшувалися також витрати протейну на приріст на 9,5%. Економічна оцінка отриманих результатів засвідчила високу ефективність застосування оптимальної дози пробіотичної добавки «Біомагн» в раціоні телят. Так, вартість валового приросту живої маси у контрольному варіанті становила 13959 грн., а в дослідному – 15327,50 грн., що більше на 1368,50 грн. У дослідній групі була меншою собівартість 1 ц приросту живої маси на 23,80 грн., або 6,2%. У дослідному варіанті прибуток був вищим за контроль, внаслідок чого економічний ефект склав 974,70 грн., або 36,10 грн. у розрахунку на одну голову. Можна стверджувати про надзвичайно високу біологічну активність пробіотичної добавки «Біомагн» в організмі телят, яка опосередковано проявляється високою економічною ефективністю. На основі результатів виробничої перевірки можна стверджувати, що оптимальною дозою пробіотичної добавки «Біомагн» для телят до 6-місячного віку є 9 г/гол/добу.

**Ключові слова:** телята, економічна ефективність виробничої перевірки, пробіотична добавка, поживні речовини, дослід.

**Tkachuk V.P., Kostash V.B., Prylipko T.M. Production check of the optimal dose of feed probiotic supplement «Biomagn» in the diet of calves**

*Based on the results of feeding the calves of the feed probiotic additive «Biomagn» in the naval and economic experiment, the most effective is 9 g/goal/day. To determine the efficiency*

© Ткачук В.П., Косташ В.Б., Приліпко Т.М., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

*of the factor under study in production conditions, check the results of scientific and economic experiment. The analysis of the results of the production experiment showed that in 149 days from the calves of the control group, 27.92 cc of live weight gain, whereas from the experimental 30.66 c, or 2.74 c. If in the control group the live weight of one head at the end of the inspection was 143.2 kg, then in the experiment – 153.1 kg, which is 9.9 kg more. In this regard, the average daily weight gain in the heifers of the checked group exceeded control by 68 g, or 9.8%. Due to the fact that the experimental calves were better used and absorbed by the nutrients of the feed, they were less spent on growth. In particular, 7.18 feed was consumed in the control of each kilogram of live living weight gain, and 6.52 in the experimental version, which is 10.12% less. Due to the more efficient use of nutrients in animals of the experimental group, protein costs were also reduced by 9.5%. Thus, the cost of gross growth of live weight in the control version was 13959 UAH, and in the experimental – UAH 15327.50, which is more than 1368.50 UAH. The experimental group was less than the cost of 1 ton of live weight gain by UAH 23.80, or 6.2 %. In the experimental embodiment, the profit was higher than control, resulting in the economic effect amounted to 974.70 UAH, or 36.10 UAH. per one head. It is possible to argue about the extremely high biological activity of the probiotic additive «Biomagn» in the body of calves, which is indirectly manifested by high economic efficiency. Based on the results of the production inspection, it can be argued that the optimal dose of the probiotic supplement «Biomagn» for calves up to 6 months of age is 9 g/goal/day.*

**Key words:** calves, economic efficiency production check, probiotic supplement, nutrients, experiment.

**Вступ.** Для визначення ефективності досліджуваного фактора у виробничих умовах здійснюють перевірку результатів науково -господарського досліді, яка вважається заключним і обов'язковим етапом будь-якого експерименту. Виробничий дослід дає змогу перевірити результати науково-господарського досліді, тому що він має передбачуваний характер. У виробничій практиці другорядні питання досліді можуть вилитись у значні виробничі проблеми. Виробничий дослід проводять на великому поголів'ї тварин в багатьох господарствах, часто розміщених у різних зонах. Його результати порівнюють із середніми показниками по стаду за період, що передував досліді, або тієї частини стада, яка не досліджувалася [6, с. 123]. Виробнича перевірка результатів дослідження на телятах передбачає застосування отриманих даних на практиці для оцінки ефективності, підтвердження наукових висновків та їх інтеграції у сучасні технології тваринництва, що включає створення спеціальних програм, наприклад, з годівлі чи утримання, та моніторинг досягнутих показників [5, с. 67; 6, с. 78].

Молодняк великої рогатої худоби наділений високою енергією росту та характеризується високою напруженістю фізіологічних процесів в їх організмі. Тому, для підвищення продуктивності таких тварин велике значення має забезпечення їх достатнім рівнем повноцінної годівлі. А це вимагає збагачувати раціони тварин кормовими добавками різного типу природи. Цим підвищується біологічна повноцінність годівлі, що позитивно впливає на процеси обміну речовин в організмі телят [3, с. 83; 4, с. 20].

На ринку кормів і кормових добавок України пропонується нова пробіотична кормова добавка «Біомагн», який являє собою суміш пробіотичних бактерій *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus coagulans*, *Enterococcus faecium* та висушених продуктів ферментації мікроорганізмів *Lactococcus Lactis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, та емульгатора [1 с. 1562; 2, с. 97; 7,с.229].

Пробіотичний засіб «Біомагн» є своєрідною кормовою добавкою і застосовується для додавання у раціони з високим вмістом клітковини, кукурудзи, сої. Витримує процес грануляції корму з температурою до 85о С. В основному призначається для розщеплення антипоживних некрохмалистих полісахаридів,

крохмалю. Застосовується для відновлення мікрофлори кишечника за антибіотикотерапії, а також в якості детоксиканту [8, с. 488; 9, с.48].

За рахунок додаткового звільнення поживних речовин можна досягти покращення конверсії корму [2, с. 98].

**Мета дослідження.** На основі результатів згодовування телятам кормової пробіотичної добавки «Біомагн» у наково-господарському досліді найбільш ефективною є 9 г/гол/добу. Для визначення ефективності досліджуваного фактора у виробничих умовах здійснити перевірку результатів науково-господарського досліді.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В умовах підприємства було відібрано у віці 15-25 днів 54 телят (теличок)-аналогів за живою масою, віком і породністю. З них сформували дві групи – одну контрольну і другу – дослідну (перевірювану) по 27 голів у кожній.

Впродовж 149 днів виробничої апробації телята контрольної і дослідної груп отримували однакові раціони згідно зі схемою годівлі, якою передбачалось випоювання 265 кг незбираного і 420 кг збираного молока та згодовування 255-265 кг сіна, 400-500 кг силосу, 140-160 кг коренеплодів і 200-230 кг концентратів з мінеральними добавками. Телятам дослідної групи, окрім наведених кормів, додатково щоденно до концентратної частини раціону вводили пробіотичної добавки «Біомагн» в дозі 9 г/гол/добу. Під час проведення виробничого експерименту враховували споживання кормів телятами, динаміку їх живої маси та середньодобові прирости, витрати кормів на 1 кг приросту, економічну ефективність.

Аналіз отриманих результатів виробничого досліді показав, що за 149 днів від телят контрольної групи отримано 27,92 ц приросту живої маси, тоді як від дослідної 30,66 ц, або на 2,74 ц більше.

Якщо у контрольній групі жива маса однієї голови наприкінці перевірки становила 143,2 кг, то у дослідній – 153,1 кг, що на 9,9 кг більше. У зв'язку з цим середньодобові прирости живої маси у телиць перевірюваної групи перевищували контроль на 68 г, або 9,8%.

Зважаючи на те, що дослідні телята краще використовували і засвоювали поживні речовини кормів, їх менше витрачалося на приріст. Зокрема, у контролі на кожен кілограм приросту живої маси витрачалося 7,18 корм.од., а в дослідному варіанті – 6,52, що на 10,12% менше. Завдяки ефективнішому використанню поживних речовин у тварин дослідної групи зменшувалися також витрати протеїну на приріст на 9,5%.

Економічна оцінка отриманих результатів засвідчила високу ефективність застосування оптимальної дози пробіотичної добавки «Біомагн» в раціоні телят. Так, вартість валового приросту живої маси у контрольному варіанті становила 13959 грн., а в дослідному – 15327,50 грн., що більше на 1368,50 грн. У дослідній групі була меншою собівартість 1 ц приросту живої маси на 23,80 грн., або 6,2 %.

У кінцевому результаті виробництва продукції одним із найголовніших показників є прибуток. У дослідному варіанті він був вищим за контроль, внаслідок чого економічний ефект склав 974,70 грн., або 36,10 грн. у розрахунку на одну голову. Можна стверджувати про надзвичайно високу біологічну активність пробіотичної добавки «Біомагн» в організмі телят, яка опосередковано проявляється високою економічною ефективністю.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Отже, на основі результатів виробничої перевірки можна стверджувати, що оптимальною дозою пробіотичної добавки «Біомагн» для телят до 6-місячного віку є 9 г/гол/добу.

Таблиця 1

**Результати виробничої перевірки ефективності згодовування телятам  
пробіотичної добавки «Біомагн»**

Показник	Групи	
	контрольна	дослідна (перевірювана)
Тривалість перевірки, днів	149	149
Кількість тварин у групі, голів	27	27
Жива маса 1 голови, кг: на початку перевірки	39,8±0,8	39,6±0,5
у кінці перевірки	143,2±2,3	153,1±3,1
Валовий приріст, кг	103,4	113,5
Середньодобовий приріст, г	694±3,2	762±2,9
У % до контролю	100	109,8
Витрачено на 1 голову: кормів, корм.од.	739,3	740,5
перетравного протеїну, кг	127,5	128,6
Витрачено на 1 кг приросту: кормів, корм.од.	7,18	6,52
перетравного протеїну, г	856	782
Валовий приріст живої маси по групі, кг	2791,8	3065,5
Реалізаційна ціна 1 кг приросту, грн.	5,00	5,00
Вартість валової продукції, грн.	13959,00	15327,50
Загальні виробничі витрати, грн.	11450,13	11843,93
у тому числі: зарплата	1649,50	1811,40
корми	5995,66	5998,73
інші прямі витрати	3113,10	3325,35
накладні витрати	691,87	708,45
Собівартість 1 ц приросту, грн.	410,10	386,30
Прибуток, грн.	2508,87	3483,57
Економічний загальний ефект, грн.	–	974,7
Економічний ефект на 1 голову, грн.	–	36,10

Подальші дослідження передбачають вивчення впливу пробіотичної добавки «Біомагн» на продуктивні показники і відтворні здатності корів.

Отже, на основі результатів виробничої перевірки можна стверджувати, що оптимальною дозою пробіотичної добавки «Біомагн» для телят до 6-місячного віку є 9 г/гол/добу.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Авдєєва Л.В., Лазаренко Л.М., Мельниченко Ю.О. Імуномодулюючі властивості синбіотичних композицій пробіотичних штамів *Bacillus subtilis*, лактити або лактулози. *Мікробіологічний журнал*. 2015. 77(1), 20-25.

2. Косташ В. Б., Приліпко Т. М. Вплив синбіотичного препарату «Біомагн» на динаміку живої маси і відтворну здатність корів. *Подільський вісник: сіль-*

ське господарство, техніка, економіка. Випуск 1 (46) 2025. С. 67-71 DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.8>

3. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві : навчальний посібник. За ред. Ібатулліна І.І., Жукорського О.М. Київ: Аграр. наука, 2017. 328 с.

4. Приліпко Т. М., Ткачук В.П., Косташ В. Б. Продуктивні та забійні показники курчат-бройлерів кросу за включення до раціону препаратів імунно-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/10.32851/226-0099.2023.129.29>.

5. Приліпко Т.М., Косташ В.Б. Вплив синбіотичного препарату «Біомагн» у комплексі з водним розчином дезінфікуючого засобу «діолайд» на динаміку живої маси піддослідних телят упродовж періоду вирощування. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон. Видавничий дім «Гельветика». Сільськогосподарські науки. № 140. С. 488-493 DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.60>.

6. Четч О. М., Коваленко В. Л. Гайдей О. С. Доклінічні випробування препарату “Біомагн” на лабораторних тваринах та з використанням культури інфузорій *Tetrahymena pyriformis*. *Медицина та клінічна хімія*. 2021. Т. 23. № 3. С. 48- 56.

7. Albero, B., Tadeo, J.L., Escario, M., Miguel, E., Pérez, R.A. Persistence and availability of veterinary antibiotics in soil and soil-manure systems. *Sci. Total Environ*, 2018, P.1562–1570.

8. Olha Chechet, Olena Lozhkina, Prylipko T.M., Vyacheslav Kovalenko Mariia Kupnevskaya, Volodymyr Pavlunko, Serhii Lytvynenko. The general morpho-functional state of the studied organs with the use of drugs with immuno-corrective and biocidal effects during the cultivation of broiler chickens. *The International Scientific Periodical Journal “SWorldJournal”*. 2022. Issue 15. Part 1. P.97-116.

9. Tetiana Prylipko, Volodymyr Kostash, Viktor Fedoriv, Svitlana Lishchuk, Volodymyr Tkachuk Control and Identification of Food Products Under EC Regulations and Standards. *International Journal of Agricultural Extension*. Special Issue (02) 2021. P.83-91

Дата першого надходження рукопису до видання: 12.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

# ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

---

## ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 504.054

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.29>

---

### БІОДЕГРАДАЦІЯ ПОЛІЛАКТИДУ ТА КОМПЗИТИВ НА ЙОГО ОСНОВІ МІСЦЕВИМИ МІКРООРГАНІЗМАМИ

---

**Самойленко Н.М.** – к.т.н.,

професор кафедри хімічної техніки та промислової екології,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

[orcid.org/0000-0003-0306-8425](https://orcid.org/0000-0003-0306-8425)

**Гадаєва Ю.С.** – аспірантка кафедри хімічної техніки та промислової екології,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

[orcid.org/0009-0007-8583-7502](https://orcid.org/0009-0007-8583-7502)

**Титаренко А.І.** – аспірант кафедри хімічної техніки та промислової екології,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

[orcid.org/0009-0009-1609-4500](https://orcid.org/0009-0009-1609-4500)

У статті узагальнено теоретичні та практичні аспекти використання мікроорганізмів для розкладання поширених біорозкладних пластиків, таких як полілактид та його композити, у напрямку стійкого управління відходами та застосування принципів циркулярної економіки. Мета дослідження полягає в аналізі та оцінці теоретичних і практичних підходів щодо застосування мікроорганізмів, найбільш адаптованих до процесу розкладання полілактиду (PLA) та його композиту з поліадипат/бутилентерефталатом (PLA/PBAT). Проаналізовано основні закономірності абіотичної та біотичної деградації полілактиду і його композиту, а також розглянуто та систематизовано результати наукових досліджень щодо визначення родів та конкретних бактерій і грибів, здатних до активного процесу розкладання даних полімерів. Зазначено основні особливості процесів деструкції PLA та PLA/PBAT за участю різних представників мікроорганізмів в лабораторних умовах експерименту.

Встановлено зв'язок між природним середовищем існування найбільш активних до розкладання полілактиду бактерій роду *Actinomycetales*, *Actinotolopsis*, *Bacillus* та грибів роду *Penicillium*, а також вказані особливості їх взаємодії з цим біополімером. Відзначено вплив зміни клімату в Україні на мікробіоту. Зроблено висновок щодо перспективності використання досліджених мікроорганізмів для компостування, що є ефективним біотехнологічним підходом до переробки біополімерів та зниження їхнього негативного впливу на довкілля.

Зазначено, що для ефективною переробки відходів біодеструктивних полімерів, в Україні необхідно розвивати інфраструктуру сталого управління відходами, яка передбачає роздільний збір відходів біопластиків; розвиток системи промислового та приватного компостування біовідходів і біопластмас; а також розробку та запровадження інноваційних технологій у компостуванні; розширення проведення наукових досліджень щодо

визначення потенціалу відомих та нових штамів мікроорганізмів, здатних до ефективної деградації біорозкладних полімерів та ін.

**Ключові слова:** стале управління відходами, циркулярна економіка, зміна клімату, біорозкладні полімери, мікроорганізми, полілактид, компостування.

**Samoilenko N.M., Gadieva Yu.S., Titarenko A.I. Biodegradation of polylactide waste and composites based on it by local microorganisms**

*The article summarizes the theoretical and practical aspects of using microorganisms to decompose common biodegradable plastics, such as polylactide and its composites, in the direction of sustainable waste management and the application of circular economy principles. This study aims to analyze and evaluate theoretical and practical approaches to utilizing microorganisms most adapted to the decomposition process of polylactide (PLA) and its composite with polyadipate/butylene terephthalate (PLA/PBAT). The main patterns of abiotic and biotic degradation of polylactide and its composites are analyzed, and the results of scientific research on the identification of genera and specific bacteria and fungi capable of actively decomposing these polymers are reviewed and systematized. The main features of the processes of destruction of PLA and PLA/PBAT with the participation of various microorganisms in laboratory conditions are indicated.*

*A connection has been established between the natural habitats of the most active bacteria of the genus Actinomycetales, including Amycolatopsis and Bacillus, and fungi of the genus Penicillium in the decomposition of polylactide, as well as the characteristics of their interaction with this biopolymer. The impact of climate change on the microbiota in Ukraine has been noted. A conclusion has been drawn regarding the prospects of utilizing the studied microorganisms for composting, which is an effective biotechnological approach to processing biopolymers and mitigating their negative environmental impact.*

*It is noted that for the effective processing of biodegradable polymer waste, Ukraine needs to develop a sustainable waste management infrastructure that provides for the separate collection of bioplastic waste; the development of a system for industrial and private composting of biowaste and bioplastics; as well as the development and implementation of innovative technologies in composting; the expansion of scientific research to determine the potential of known and new strains of microorganisms capable of effectively degrading biodegradable polymers, etc.*

**Key words:** sustainable waste management, circular economy, climate change, biodegradable polymers, microorganisms, polylactide, composting.

**Актуальність теми дослідження.** Досягнення Цілей сталого розвитку та стратегій циркулярної економіки пов'язується зі сталим управлінням відходами та попередженням зміни клімату. У цьому зв'язку постає важливою науковою та практичною задачею скорочення забруднення довкілля виробництвом синтетичних пластмас та їх відходами шляхом поширеного використання біорозкладних матеріалів. Водночас великі обсяги біорозкладних пластикових відходів потребують зменшення ризиків забруднення довкілля та змушують підвищити потенціал їх перероблення.

Розкладання відходів біопластику може здійснюватися в різних умовах, які включають спеціально створені – у промислових компостних установках та метантенках, а також передбачає його розклад на полігонах, у природних ґрунтових умовах і навіть у морських екосистемах. Біорозпад здійснюється в результаті дії мікроорганізмів, що існують у природі, та залежить від анаеробних чи аеробних чинників середовища їх існування. Тому актуальним є поглиблення досліджень щодо процесу стадії біодеградації полімерного матеріалу у його взаємозв'язку з конкретними типами мікроорганізмів, за різних умов і середовища їх існування, що у тому числі може зазнавати перетворень під дією зміни клімату. Особливо важливим постає питання вивчення локальних штамів бактерій і грибів, характерних для екосистем України, які потенційно здатні розкласти біополімери як у компостованих, так і польових умовах.

**Постановка проблеми.** На сьогодні в Україні недостатньо досліджень, присвячених вивченню локальних мікроорганізмів-деструкторів і створенню компостних систем, адаптованих до регіональних кліматичних умов та потреб розкладання біополімерів. Більшість наявних робіт зосереджується на лабораторних експериментах із компостування або вермикомпостування, без виділення, ідентифікації та характеристики конкретних штамів мікроорганізмів, здатних до ефективного розкладання поширених в країні біопластиків.

У теперішній час серед біополімерів, які розкладаються, найбільші обсяги виробництва припадають на полілактид, що майже у 7–8 разів перевищує цей показник для інших досить популярних біорозкладних матеріалів і робить його найперспективнішим матеріалом, наприклад, у пакованні [1]. Також за іншими даними на даний біополімер припадало 33% усіх біопластиків, вироблених у 2021 р. [2]. З урахуванням цього, може бути вагомим аналіз та вирішення нагальних проблем розвитку біотехнологічних рішень щодо деградації відходів полілактиду. Водночас для саморозкладних полімерів необхідно, щоб додаткові компоненти також піддавалися біорозкладу або були інертними і не впливали негативно на компостування чи ставали джерелом забруднення довкілля. Вважається, що на сьогодні ще недостатньо наукових доказів стосовно реальної біорозкладності та стійкості пластиків, особливо коли вони мають структуру композитів та/або сумішей [3].

**Метою дослідження** є узагальнення теоретичних і практичних засад щодо застосування мікроорганізмів у процесах розкладання поширених біополімерів типу полілактиду та його композиту PLA/PBAT, а також у встановленні перспектив використання найбільш адаптованих до кліматичних умов України мікроорганізмів-деструкторів задля ефективного управління відходами біополімерів в Україні та реалізації принципів і стратегій циркулярної економіки.

**Методика досліджень.** Дослідження ґрунтується на методах порівняльного аналізу, систематизації та узагальнення літературних і експериментальних даних щодо потенційної ролі локальних штамів бактерій і грибів у деградації біополімерів, поширених на ринку пакувальних матеріалів, у медицині, сільському господарстві. Даний методологічний підхід дозволяє виявити певні перешкоди та потенціал для впровадження ефективних екологічних рішень у національну практику управління біорозкладними пластиками.

**Результати досліджень.** Полілактид – один із найбільш розповсюджених біополімерів, що задовольняє більшість вимог до пакувальних термопластиків для загального використання, а його фізико-механічні властивості та технологічна оброблюваність у розплаві подібні до властивостей традиційних пакувальних смол [4]. У загальному випадку біодеградація полімерів, у т.ч. PLA, під впливом мікроорганізмів супроводжується змінами у фізико-хімічних властивостях матеріалу, а ферментативна активність цих організмів спричиняє розщеплення макромолекул. Біологічний розклад, зазвичай, може зменшувати ступінь кристалічності, але не всі мікроорганізми здатні до цього [5].

Розкладання біопластику типу полілактиду досліджувалося в працях українських та зарубіжних науковців. Першими бактеріями, для яких було доведено здатність руйнувати PLA, стали представники типу актинобактерій (*Amycolatopsis sp.*). Дані результати започаткували систематичне дослідження механізмів ферментативної деструкції полілактиду й визначили актинобактерії як перспективну групу мікроорганізмів для біотехнологічного розкладання біополімерів [6]. Крім того, вони стали основою для досліджень, у т.ч. українських вчених, спрямованих

на виділення та вивчення локальних штамів *Actinobacteria* з ґрунтів і компостів, адаптованих до умов помірного клімату. Такі штами продемонстрували потенціал щодо деградації не лише чистого PLA, але й композитів PHB/PLA, що підтверджено результатами роботи Скорохода В.Й. та ін. [7].

Біодеградація полімолочної кислоти відбувається у дві основні стадії: фрагментація і мінералізація. Фрагментація досягається шляхом біотичного чи абіотичного гідролізу. Біотичний гідроліз включає мікроорганізми і / або ферменти, тоді як абіотичний гідроліз – вплив факторів довкілля, таких як температура, волога або ультрафіолетове випромінювання. Друга стадія – мінералізація, досягається мікробами, що утворюють CO<sub>2</sub>, воду і метан в залежності від присутності та/або відсутності кисню в середовищі [2]. Як зазначається [8], розщеплення PLA здійснюється деполімеразними ферментами, головними серед яких є протеази, ліпази, кутинази та естерази, які секретуються різними мікроорганізмами і каталізують розрив естерних зв'язків полімеру.

Дослідження, проведені різними вченими, показують здатність розкласти ПЛА не тільки *Актинобактеріями* різних родів, але й *Trichoderma roseum*, *Penicillium chrysogenum*, *Bacillaceae* та багатьма іншими [6,7], а PHB/PLA – ко-культурами *Pseudomonas mendocina*, *Actinomucor elegans* та ін. Водночас розрізнені публікації щодо біодеградації мікроорганізмами полілактиду та його композиту не створюють цілісної уяви стосовно теоретичного та практичного підґрунтя задля дослідження та практичного використання самих активних із них, а також характеру поширення у різних природних середовищах та особливостей взаємодії з біопластиком.

Розпад PLA проходить у аеробних та анаеробних умовах, але швидкість його розкладання залишається відносно низькою, що пояснюється жорстким ланцюгом молекул та наявністю метильних груп на бокових ланцюгах [9]. У природі це зумовлено ще й обмеженим поширенням у довкіллі мікроорганізмів, здатних ефективно деградувати даний матеріал, на відміну від інших біорозкладних полімерів [10]. Швидкість деградації залежить від домішок мономерів, що не прореагували, температури і рН. Також до чинників довкілля, на деградацію даного пластику може впливати змішування PLA з іншими матеріалами

Найбільша швидкість деградації PLA – у компості, а далі у ґрунті, у стічних водах, прискорених смітниках і водних середовищах. У природному ґрунтовій середовищі PLA менше піддається біодеградації, ніж інші аліфатичні полієфіри, оскільки мікроорганізми, які розкладають PLA, не широко поширені в ґрунтах і присутні в дуже низькому процентному співвідношенні у порівнянні з мікроорганізмами, здатними впливати на інші біорозкладані пластмаси [11]. Бактеріальна активність у ґрунті може стимулювати розкладання PLA, а додавання ферментів або поживних речовин – прискорити його розкладання у ґрунті [9]. Механізм біодеградації PLA у ґрунті та компості здебільшого ферментативний, а у водних середовищах і стічних водах відповідно домінують процеси гідролізу та утворення біоплівки [10]. На звалищах PLA розкладається на низькомолекулярний полімер, який може або розкладатися мікробами, або фрагментуватися на мікропластик, що далі поширюється у довкіллі.

Автори досліджень [12 та ін.] вказують на здатність розкласти PLA бактеріями актиноміцетами, що належать до роду *Amycolatopsis*, *Lentzea*, *Kibdelosporangium* і *Streptoalloteichus* (*Pseudonocardiaceae*); *Thermomonospora*, *Actinomadura* (*Thermomonosporaceae*); *Laceyella* і *Thermoactinomyces* (*Thermoactinomycetaceae*); *Micromonospora* (*Micromonosporaceae*); *Thermopolyspora* (*Streptosporangiaceae*). Крім того, деякі бактерії з інших груп (род

ів *Pseudomonas* та *Stenotrophomonas*) були ідентифіковані як такі, що розкладають PLA [13]. Також щодо цього відомо про активність декількох представників штаму Bacillaceae, включаючи *Brevibacillus* sp. [14], *Bacillus smithii* [15], *Geobacillus* sp. [16] та *Bacillus licheniformis* [17].

Дослідження українських вчених підтверджують здатність локальних штамів *Bacillus* до деградації PLA в умовах аерації та без неї [7]. Серед протестованих бактерій відмінні результати відзначалися для *Bacillus subtilis* (з аерацією та без неї). Деградація PLA плісневими грибами в цілому є низькою, за виключенням зразків, культивованих з *Penicillium chrysogenum* в умовах аерації. Зразки PLA, які піддавалися впливу *Pseudoarthrobacter* sp. IMV B-7981 і *Streptomyces griseus*, не руйнували полімер, а сприяли формуванню більш термостійкої структури PLA. Також результати даного дослідження [7] показали, що всі цвілеві гриби *Penicillium chrysogenum*, *Trichoderma roseum*, *Aspergillus* sp. та *Rhizopus* sp. руйнували плівки PLA в статичних умовах без аерації. Додаткова аерація під час культивування цвілі істотно не збільшила швидкість розкладання за винятком культивування *Penicillium chrysogenum*.

Отже, оптимальні умови для біодеградації PLA цвілевими грибами – лабораторні без аерації, тоді як *Penicillium chrysogenum* виявляє максимальну активність за наявності подачі повітря.

Результати даних досліджень щодо *Trichoderma roseum* підтверджуються авторами роботи [5], які стверджують, що кристалічність PLA зростає під впливом *Trichoderma roseum*, а крім того, ще і *Aspergillus niger*. Це може вказувати на деградацію переважно аморфної частини полімеру, однак, не призводить до значного руйнування ділянок полімеру.

Таким чином, загальні результати аналізу приведених теоретичних та експериментальних досліджень показують, що найбільшу активність у деструкції полілактиду мають такі мікроорганізми як *Actinomycetales*, *Amycolatopsis*, *Bacillus*, *Penicillium*.

Біодеградація композиту PLA/PBAT є складнішим процесом, оскільки потребує участі специфічних мікроорганізмів або мікробних консорціумів, здатних до ферментативного розщеплення обох полімерних компонентів. Спільна дія бактерій та грибів створює синергійний ефект між бактеріальними естеразами та грибковими ліпазами. Так, ко-культура *Pseudomonas mendocina* і *Actinomucor elegans* забезпечує суттєве прискорення деградації плівок PLA/PBAT, що пов'язується з високою активністю протеаз та ліпаз, які каталізують розрив естерних зв'язків у полімерній матриці [18]. Показано позитивну характеристику термофільних бактерій у процесі біодеструкції PLA/PBAT [19]. Ко-культура *Pseudomonas G1* і *Kocuria G2*, виділена з фаз компостування, ефективно розщеплює PLA/PBAT-ST20 за температури 55–60 °C. Мінералізація полімеру підтверджується вираженими морфологічними змінами плівок, підвищенням активності ферментів та накопичення проміжних метаболітів.

Перспективним напрямом є біоаугментація компостних систем із використанням визначених бактеріальних консорціумів. Зокрема, консорціум із чотирьох видів – *Nocardioides zeae* EA12, *Stenotrophomonas pavanii* EA33, *Gordonia desulfuricans* EA63, *Chitinophaga jiangningensis* EA02 значно прискорює розкладання високомолекулярного PLA під час традиційного компостування, активуючи комплекс гідролітичних ферментів та покращуючи кінетику мінералізації дослідження [20].

Отже, представлені результати свідчать, що найвищу ефективність біодеградації сумішею PLA/PBAT забезпечують саме ко-культури мезофільних, так

і термофільних мікроорганізмів завдяки їхній метаболічній взаємодії та сумарній ферментативній активності. Це підтверджує перспективність підходу до створення мікробних консорціумів, адаптованих до умов компостування, зокрема для подальшої розробки українських біотехнологічних систем переробки біополімерів у помірному кліматі.

Зведені дані щодо досліджених бактерій та грибів, здатних до розкладання біополімерів типу PLA та PLA/PBAT, представлені у таблиці 1.

Таблиця 1  
Мікроорганізми, здатні до деструкції біополімерів PLA та PLA/PBAT

Тип полімеру	Рід (вид) бактерій та грибів	Джерело інформації
PLA	Актинобактерії родів <i>Actinomadura</i> , <i>Amycolatopsis</i> , <i>Kibdelosporangium</i> , <i>Micromonospora</i> , <i>Nonomuraea</i> , <i>Pseudonocardia</i> , <i>Saccharothrix</i> , <i>Streptoalloteichus</i> , <i>Streptomyces</i> , <i>Thermomonospora</i> та <i>Thermopolyspora</i>	[6,7, 21]
	Актиноміценти роду <i>Lentzea</i> , <i>Kibdelosporangium</i> ; <i>Streptoalloteichus</i> ( <i>Pseudonocardiaceae</i> ), <i>Thermomonospora</i> ; <i>Actinomadura</i> ( <i>Thermomonosporaceae</i> ); <i>Laceyella</i> ; <i>Thermoactinomyces</i> ( <i>Thermoactinomycetaceae</i> ); <i>Micromonospora</i> ( <i>Micromonosporaceae</i> ); <i>Thermopolyspora</i> ( <i>Streptosporangiaceae</i> )	[12, 21]
	Актиноміценти родин <i>Micromonosporaceae</i> , <i>Streptomycetacea</i> , <i>Streptosporangiaceae</i> , <i>Thermomonosporaceae</i>	[21]
	<i>Trichoderma roseum</i> (незначне зниження стабільності матеріалу)	[5,7]
	<i>Penicillium chrysogenum</i>	[7]
	Рід <i>Pseudomonas</i> , <i>Stenotrophomonas</i>	[13]
	Vacillaceae: <i>Brevibacillus</i> sp., <i>Bacillus smithii</i> , <i>Geobacillus</i> sp., <i>Bacillus licheniformis</i>	[14-17]
PLA/ PBAT	<i>Actinobacteria</i>	[7]
	Ко-культура <i>Pseudomonas mendocina</i> , <i>Actinomucor elegans</i>	[18]
	<i>Pseudomonas G1</i> , <i>Kocuria G2</i>	[19]
	<i>Nocardioides zeae</i> EA12, <i>Stenotrophomonas pavanii</i> EA33, <i>Gordonia desulfuricans</i> EA63, <i>Chitinophaga jiangningensis</i> EA02	[20]

Природне середовище існування мікроорганізмів та особливості процесу деструкції PLA надані у таблиці 2.

Територія України характеризується, в основному, помірно-континентальним кліматом, що створив умови для мікроорганізмів, адаптованих до сезонних змін температури та вологості. Водночас деяка частина прибережних районів Чорного та Азовського морів мають субтропічний клімат середземноморського типу,

в якому живуть мікроорганізми, пристосовані до теплого і вологого середовища. Мікробна спільнота по-різному реагує на кліматичні зміни щодо підвищення температури, переміни в кількості опадів, підвищення рівня вуглекислого газу та у відповідь на це змінює свою різноманітність, фізіологічні характеристики, активність, біомасу, чисельність, ферментативний ефект [22, 23].

Таблиця 2

**Природне середовище існування найбільш характерних для деструкції PLA мікроорганізмів**

Бактерії та гриби	Природне середовище поширення	Особливості взаємодії з біопластиком
<i>Actinomycetales</i> ( <i>Actinobacteria</i> )	Грунт (особливо рід <i>Micromonospora</i> ), водне середовище, може бути повітря	Розкладання біопластику у лабораторних та польових умовах бактеріями <i>Amycolatopsis</i> і <i>Actinomadura</i>
<i>Amycolatopsis</i>	Грунт та водне середовище	Деякі представники виду здатні розкласти PLA без компостних умов
<i>Bacillus</i>	Грунт, прісні та солоні водойми	Деструкція PLA бактеріями <i>Bacillus subtilis</i> незалежно від аерації (лабораторні умови)
<i>Penicillium</i>	Грунт, повітря	Підвищене розкладання PLA під дією <i>Penicillium chrysogenum</i> в умовах аерації (лабораторні умови)

Більшість бактерій та грибів відносяться до мезофільних, які мають оптимальну температуру росту, що коливається від 25 °С до 40 °С. Водночас існує оптимальна температура, яка становить, наприклад, для *Actinobacteri* 20–30 °С, а для більшості видів роду *Amycolatopsis* – близько 28-30°С. У цьому зв'язку можливе порушення сталості мікроорганізмів до температурних змін, які виникають чи можуть виникнути при глобальному потеплінні та вплинути на деградацію біополімерів мікробним співтовариством. Також кліматичне підвищення температури викликає зменшення відносної вологості на певних територіях України та підвищення на інших, що може стати чинником модифікації мікробного консорціуму.

Моделювання змін клімату показує, що центр і північ України зазнають найбільших темпів потепління, а у прибережних регіонах цей процес буде повільнішим. Також є імовірність значного зменшення літніх опадів на півдні та південному сході України і збільшення зимових опадів на півночі України [24]. Таким чином, дані прогнози щодо зміни клімату вказують на виникнення умов для опосередкованих змін у процесах деградації мікроорганізмами біорозкладних полімерів.

Для ефективної переробки в Україні відходів полілактиду та інших біополімерів, здатних до саморозкладання, доцільно:

1) розвивати інфраструктуру сталого управління відходами, що включає роздільний збір синтетичних пластмас та біорозкладного пластику, а також передбачає інші ефективні процедури логістичного управління;

2) розширення потоків біопластику для компостування (compostable plastics), у тому числі включає PLA та його композити, а також розвиток системи промислового і приватного компостування;

3) запровадження у компостування інноваційних, у т.ч. цифрових технологій (датчиків IoT для моніторингу температури, вологості, аерації та ін.);

4) проведення розширених наукових досліджень щодо подальшого визначення потенціалу мікроорганізмів з числа бактерій та грибів, здатних до продуктивної деградації полімерів.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Узагальнено сучасні підходи до дослідження біодеградації полілактиду та його композиту PLA/PBAT, які спрямовані на розклад найбільш активними мікроорганізмами відходів, утворених з даних матеріалів. Встановлено, що процес мікробіологічної деструкції цих полімерів визначається активністю ферментів, синтез яких найбільш характерний для представників родів *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Amycolatopsis*, *Penicillium* та інших.

Отримані результати підтверджують перспективність використання локальних мікроорганізмів-деструкторів, які можуть бути адаптовані до кліматичних умов України, створення ефективних біотехнологічних систем переробки відходів розкладних біопластиків, зменшення обсягів їх накопичення та продукування компосту як добрива у сільському господарстві. Даний підхід узгоджується з глобальними завданнями щодо економіки замкненого циклу, які передбачають розвиток напрямку виробництва біорозкладного пластику, придатного для компостування.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на експериментальну ідентифікацію активних штамів мікроорганізмів та визначення їх здатності до ефективної деградації біополімерів. Особливу увагу варто приділити розробленню адаптованих мікробних консорціумів для промислового та побутового компостування, а також деградації PLA/PBAT у реальних умовах компостування та полігонного зберігання. Реалізація даних досліджень сприятиме створенню науково обґрунтованих основ для впровадження ефективних біотехнологій управління відходами біополімерів в Україні та впровадження принципів і стратегій циркулярної економіки.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Самойленко Н. М., Гадаєва Ю. С. Актуальні аспекти розробки та використання біополімерних матеріалів для одноразового пакування. *Екологічні науки*. 2025. № 2(59). С. 330–336. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.2-59.49>.

2. Ali W., Ali H., Gillani S., Zinck P., et al. Polylactic acid synthesis, biodegradability, conversion to microplastics and toxicity: a review. *Environmental Chemistry Letters*. 2023. Vol. 21. P. 1761–1786. [https://www.researchgate.net/publication/367413391\\_Polylactic\\_acid\\_synthesis\\_biodegradability\\_conversion\\_to\\_microplastics\\_and\\_toxicity\\_a\\_review.2](https://www.researchgate.net/publication/367413391_Polylactic_acid_synthesis_biodegradability_conversion_to_microplastics_and_toxicity_a_review.2).

3. Rafael Resende Assis Silva, Clara Suprani Marques, Tarsila Rodrigues Arruda, Samiris Cocco Teixeira, Taíla Veloso de Oliveira. Biodegradation of Polymers: Stages, Measurement, Standards, and Prospects. *Macromol*, 2023. 3(2). 371-399 <https://www.mdpi.com/2673-6209/3/2/23>

4. Sinclair R. The case for polylactic acid as a commodity packaging plastic. *International Journal of Polymer Materials*. 2006. Vol. 55, No. 8. DOI: <https://doi.org/10.1080/10601329608010880>.

5. Іванух О. О., Семеюк І. М., Перетятко Т. В., та ін. Дослідження біодеградації полігидроксибутирату, полілактиду і їх сумішей під дією мікроорганізмів методом рентгенівського дифракційного аналізу. *Chemistry, Technology and*

*Application of Substances*. 2025. T. 8, № 1. С. 184–190. DOI: <https://doi.org/10.23939/ctas2025.01.184>.

6. Pranamuda H., Tokiwa Y., Tanaka H. Polylactide degradation by an *Amycolatopsis* sp. *Applied and Environmental Microbiology*. 1997. Vol. 63, No. 4. P. 1637–1640. DOI: <https://doi.org/10.1128/aem.63.4.1637-1640.1997>.

7. Skorokhoda V., Semeniuk I., Peretiatio T., Kochubei V., Ivanukh O., Melnyk Y., Stetsyshyn Y. Biodegradation of Polyhydroxybutyrate, Polylactide, and Their Blends by Microorganisms, Including Antarctic Species: Insights from Weight Loss, XRD, and Thermal Studies. *Polymers*. 2025. Vol. 17, No. 5. P. 675. <https://www.mdpi.com/2073-4360/17/5/675>.

8. Shalem A., et al. Enzymatic degradation of polylactic acid (PLA). *Frontiers in Microbiology*. 2024. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00253-024-13212-4>.

9. Hussain M., et al. A review on PLA-based biodegradable materials for biomedical applications. *Giant*. 2024. P. 100261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.giant.2024.100261>.

10. Hajilou N., et al. A Comparative Review on Biodegradation of Poly(Lactic Acid) in Soil, Compost, Water, and Wastewater Environments: Incorporating Mathematical Modeling Perspectives. *AppliedChem*. 2025. Vol. 5, No. 1. P. 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/appliedchem5010001>.

11. Tiparporn Bupachat, Narongrit Sombatsompop, Benjaphorn Prapagdee. Isolation and role of polylactic acid-degrading bacteria on degrading enzymes productions and PLA biodegradability at mesophilic conditions. *Polymer Degradation and Stability*. Vol. 152, June 2018, Pages 75–85. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2018.03.023>

12. Jarerat A., Pranamuda H., Tokiwa Y. Poly(L-lactide)-degrading activity in various actinomycetes. *Macromolecular Bioscience*. 2002. Vol. 2, No. 8. P. 420–428. DOI: <https://doi.org/10.1002/mabi.200290001>.

13. Bupachat T., Sombatsompop N., Prapagdee B. Isolation and role of polylactic acid-degrading bacteria on degrading enzymes productions and PLA biodegradability at mesophilic conditions. *Polymer Degradation and Stability*. 2018. Vol. 152. P. 75–85. <https://www.researchgate.net/publication/324205322>.

14. Tomita K., Kuroki Y., Nagai K. Isolation of thermophiles degrading poly(L-lactic acid). *J. Biosci. Bioeng.* 1999. Vol. 87, No. 6. P. 752–755. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1389-1723\(99\)80148-0](https://doi.org/10.1016/S1389-1723(99)80148-0).

15. Sakai K., et al. Isolation of a thermophilic poly-L-lactide degrading bacterium from compost and its enzymatic characterization. *J. Biosci. Bioeng.* 2001. Vol. 92, No. 3. P. 298–300. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16233100>.

16. Tomita K., et al. Degradation of poly(L-lactic acid) by a newly isolated thermophile. *Polym. Degrad. Stab.* 2004. Vol. 84, No. 3. P. 433–438. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141391004000163>.

17. Kim M. N., et al. Poly(L-lactide)-degrading activity of a newly isolated bacterium. *J. Appl. Polym. Sci.* 2008. Vol. 109, No. 1. P. 234–239. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.26658>.

18. Zhao M., Wang, L., Lu D., Zhang C., Zhang H., Chen S., & Yan Q. Biodegradation of PLA/PBAT films by a bacterial–fungal co-culture. *Frontiers in Microbiology*. 2020. 11. 560. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00560> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33264878>

19. Yizhan Qiu, Pan Wang, Luxi Zhang, Chunmei Li, Jiaxin Lu, Lianhai Ren. Enhancing biodegradation efficiency of PLA/PBAT-ST20 bioplastic using thermophilic bacteria co-culture system: New insight from structural characterization, enzyme activity, and metabolic pathways. *J Hazard Mater*. 2024. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2024.135426

20. Mistry A. N., Kachenchart B., Pinyakong O., et al. Bioaugmentation with a defined bacterial consortium: A key to degrade high molecular weight polylactic acid during traditional composting. *Bioresource Technology*. 2022. Vol. 364. Article 128237. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128237>.

21. Butbunchu N., Pathom-Aree W. Actinobacteria as promising candidate for polylactic acid type bioplastic degradation. *Frontiers in Microbiology*. 2019. 10. 2834. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02834>

22. Bhupinder Dhir (2026). Chapter 32 – Impact of climate change on soil microbes. *Climate Change and Soil Interactions. Drivers and Pathways for Sustainability*. 2026. Pages 711-727. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-40292-0.00015-7>

23. Guta Amante1, Mulisa Wedajo. Impacts of Climate change on soil microbial diversity, distribution and abundance. *International Journal on Food, Agriculture, and Natural Resources*. 2024. Vol. 05, Issue 02. Page 158-168. DOI: <https://doi.org/10.46676/ij-fanres.v5i2.342>

24. Wilson L., New S., Daron J., Golding N. Climate Change Impacts for Ukraine. Met Office. 2021. [https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/2\\_Vplyv-zminy-klimatu-v-Ukrayini.pdf](https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/2_Vplyv-zminy-klimatu-v-Ukrayini.pdf)

Дата першого надходження рукопису до видання: 12.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

УДК 504:628.4:621.311

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.30>

## БАГАТОПАРАМЕТРОВИЙ МЕТОД КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ СТІЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ ОВОЧЕВОЇ КОНСЕРВАЦІЇ

**Себко В.В.** – д.т.н.,

професор кафедри хімічної техніки та промислової екології,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

[orcid.org/0000-0002-3561-6281](https://orcid.org/0000-0002-3561-6281)

**Нус І.Б.** – інженер, віце-президент із розвитку бізнесу

Компанія «Ohmium PEM electrolyzers»

[orcid.org/0009-0002-0166-5648](https://orcid.org/0009-0002-0166-5648)

**Новожилова Т.Б.** – доцент кафедри хімічної техніки та промислової екології,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

[orcid.org/0000-0003-2551-6954](https://orcid.org/0000-0003-2551-6954)

У статті розглядається розробка та обґрунтування трипараметрового методу контролю стічних вод підприємств овочевої консервації, що базується на комплексному вимірюванні електропровідності  $\chi$ , рН та температури  $t$ . В умовах інтенсивного розвитку харчової промисловості оперативний контроль стічних вод набуває особливого значення, оскільки підприємства генерують значні обсяги стоків із високим вмістом органічних і мінеральних забруднювачів. Традиційні методи аналізу, такі як визначення ХСК, БСК<sub>2</sub> та концентрацій важких металів, потребують значного часу та лабораторного обладнання, що ускладнює оперативне управління процесами очищення. Запропоновано конструкцію трансформаторного вимірювального перетворювача (ТВП), що реалізує принцип компенсації паразитного магнітного потоку та дозволяє точно визначати електропровідність та температурні параметри зразка стічних вод. Описано алгоритм сумісного вимірювального контролю  $\chi$ ,  $t$  та рН, а також наведено формули для розрахунку питомої електропровідності  $\chi$  та її температурної компенсації. Експериментальні дослідження проведені на зразках стічних вод у діапазоні температур  $t = 12 \dots 30$  °C та концентрацій 0,5–5 моль/л. Результати показують високу точність запропонованого методу з відносними похибками вимірювань  $t$  не більше  $\pm 1$  %. Переваги вихорострумового багатопараметрового контролю полягають у можливості оперативно відстежувати динаміку фізико-хімічного стану стічних вод, прогнозувати зміни їх складу та підвищувати ефективність управління системами очищення. Комплексний підхід дозволяє враховувати взаємозв'язок між електропровідністю, кислотністю та температурою, що відкриває перспективи для створення нових моделей моніторингу та оптимізації водопідготовки на підприємствах харчової промисловості. Запропонований метод є надійним інструментом для оперативного багатопараметрового контролю стічних вод, підвищення екологічної безпеки виробництва та забезпечення стабільної роботи очисних споруд.

**Ключові слова:** стічні води, овочева консервація, електропровідність, рН, температура, багатопараметровий контроль, моніторинг, очищення вод.

**Sebko V.V., Nus I.B., Novozhylova T.B. Multi-parameter method for monitoring wastewater parameters of vegetable canning enterprises**

The article examines the development and justification of a three-parameter method for monitoring wastewater from vegetable-canning enterprises, based on comprehensive measurement of electrical conductivity  $\chi$ , pH, and temperature  $t$ . In the context of the rapid growth of the food industry, prompt control of wastewater becomes particularly important, as enterprises generate significant volumes of effluents with high concentrations of organic

© Себко В.В., Нус І.Б., Новожилова Т.Б., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

and mineral pollutants. Traditional analytical methods – such as determining COD, BOD<sub>5</sub>, and heavy-metal concentrations – require considerable time and laboratory equipment, which complicates real-time management of treatment processes. A design of a transformer eddy-current (TEC) is proposed, which implements the principle of parasitic magnetic-flux compensation and enables accurate determination of the electrical conductivity and temperature parameters of wastewater samples. An algorithm for combined measurement of  $\chi$ ,  $t$ , and pH is described, along with formulas for calculating specific electrical conductivity  $\chi$  and its temperature compensation. Experimental studies were carried out on wastewater samples within a temperature range of  $t = [12 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}]$  and concentrations of 0,5 – 5 mol/l. The results demonstrate high accuracy of the proposed method, with relative temperature-measurement errors not exceeding  $\pm 1\%$ . The advantages of eddy-current multiparameter control lie in its ability to promptly track the dynamics of the physicochemical state of wastewater; predict changes in its composition, and improve the efficiency of wastewater-treatment management. The integrated approach makes it possible to account for the interrelationship between electrical conductivity, acidity, and temperature, opening prospects for the development of new monitoring models and optimization of water treatment at food-industry enterprises. The proposed method is a reliable tool for rapid multiparameter wastewater monitoring, enhancing the environmental safety of production and ensuring stable operation of treatment facilities.

**Key words:** wastewater, vegetable canning, electrical conductivity, pH, temperature, multiparameter control, monitoring, water treatment.

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах інтенсивного розвитку харчової промисловості питання екологічної безпеки та ефективного контролю якості стічних вод набуває особливої актуальності. Підприємства овочевої консервації генерують значні обсяги стоків, що містять широкий спектр органічних і мінеральних забруднювачів, зумовлених технологічними особливостями миття, бланшування, термічної обробки, маринування та стерилізації овочевої сировини. Характер цих стічних вод суттєво варіює залежно від виду сировини, сезонних коливань, застосованих рецептур та режимів технологічних процесів. Тому виникає потреба у впровадженні методів оперативного та багатопараметрового моніторингу, які дозволяють комплексно оцінити стан стічних вод і забезпечити дотримання екологічних норм.

Традиційні методи аналізу стічних вод, що включають визначення хімічного споживання кисню (ХСК), біологічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>), концентрацій завислих речовин, солей важких металів та органічних компонентів, залишаються важливими, але мають суттєвий недолік – тривалість виконання та потребу в лабораторному обладнанні. У багатьох випадках оперативне управління очисткою вимагає методів, які здатні швидко реагувати на зміни складу стічних вод без складних підготовчих процедур. Для цього зростає роль фізико-хімічних параметрів, які можуть виступати індикаторами загального стану стічних вод та дозволяють здійснювати первинний експрес-контроль.

До таких параметрів належать електропровідність  $\chi$ , рН і температура  $t$ . Електропровідність є інтегральним показником, чутливим до концентрації іонів у розчині, зокрема хлоридів, нітратів, органічних кислот та залишків технологічних солей, що часто присутні у стоках консервних підприємств. Вимірювання електропровідності  $\chi$  дозволяє оперативно оцінити рівень мінералізації та опосередковано – ступінь забруднення стічних вод. Параметр рН є ключовим для контролю процесів маринування, ферментації та теплової обробки овочів, а також визначає агресивність стічних вод щодо обладнання, ефективність роботи очисних споруд та екологічну безпечність скидання. Температура  $t$  впливає на швидкість хімічних реакцій, розчинність компонентів, біохімічні процеси та коректність вимірювання інших параметрів, зокрема  $\chi$ , яка потребує температурної компенсації. Тому

комплексне застосування цих трьох параметрів забезпечує формування багатовимірної картини, що дозволяє підвищити достовірність та точність контролю стану стічних вод.

**Актуальність дослідження.** Проблематика раціонального контролю стічних вод у галузі переробних підприємств має особливе значення через те, що підприємства цього типу є сезонними, характеризуються різкими піковими навантаженнями та значними коливаннями складу стоків. У період інтенсивної переробки до очищення надходять стічні води з високим вмістом органіки та солей, тоді як у міжсезоння навантаження суттєво знижується. Це створює додаткові труднощі для систем очищення, які повинні швидко адаптуватися до змін умов та для забезпечення стабільної ефективності очищення. Багатопараметровий контроль дозволяє не лише фіксувати абсолютні значення показників, а й відстежувати динаміку процесів у реальному часі, що підвищує ефективність управління водопідготовкою та очищенням.

Науковий інтерес також полягає в тому, що комплексний аналіз електропровідності, рН та температури  $t$  дозволяє створювати нові підходи до моделювання та прогнозування якості стоків. Електропровідність у поєднанні з температурною компенсацією дає змогу визначати тенденції зміни мінералізації, тоді як рН може служити індикатором біохімічних процесів, ферментації чи надходження кислотно-лужних відходів. Взаємозв'язок між параметрами також дає можливість виявляти приховані процеси, які важко контролювати за допомогою одного показника.

Таким чином, коло поставлених завдань суттєво ускладнюється та розширюється, утворюючи важливу науково-практичну проблему, суть якої полягає у комплексному оцінюванні фізико-хімічного стану стічних вод і створенні надійної основи для ефективного моніторингу та оптимізації систем очищення на підприємствах харчової та переробної промисловості.

Застосування електропровідності  $\chi$ , температури  $t$  і рН, як основних параметрів багатопараметрового аналізу, створює надійну основу для ефективного моніторингу та оптимізації систем очищення на підприємствах харчової промисловості.

**Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.**

Запропонований авторами підхід до багатопараметрового контролю стічних вод ґрунтується на використанні ТВП, що забезпечує узгоджене вимірювання електричних і температурних характеристик рідинних середовищ. Такий підхід безпосередньо пов'язаний з актуальними науковими та прикладними завданнями у галузі екологічного моніторингу, зокрема щодо забезпечення достовірної оцінки фізико-хімічного стану техногенно змінених водних систем. Реалізація методики комплексного контролю дозволяє мінімізувати похибки, що виникають у традиційних контактних методах, та забезпечує можливість відтворюваних вимірювань у середовищах зі складним іонним складом.

Використання ТВП створює науково обґрунтовані передумови для підвищення точності визначення якісних показників, зокрема водневого показника рН, який у забруднених стоках значною мірою залежить від іонної сили, температурних зсувів та електропровідності. Таким чином, авторський доробок сприяє розв'язанню важливої науково-практичної проблеми – формуванню універсального інструментарію для оперативного та достовірного контролю параметрів стічних вод у режимі реального часу. Запропоноване рішення може бути інтегроване у сучасні системи екологічного нагляду та автоматизовані комплекси очищення,

що підвищує ефективність їх роботи та забезпечує відповідність вимогам національних і міжнародних стандартів щодо контролю якості водних середовищ.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасні підходи до контролю фізико-хімічних параметрів зразків стічних вод переважно базуються на кондуктометричних, потенціометричних та рефрактометричних методах визначення питомої електропровідності  $\chi$  або питомого електричного опору розчинів [1-4]. Незважаючи на широке застосування цих методів, їх ефективність значною мірою залежить від конструкції вимірювальної комірки та електродної системи, особливо коли йдеться про середовища з низькою провідністю або про емульсійні рідини, характерні для стічних вод харчових підприємств. Відомо, що величина  $\chi$  є температурозалежним параметром і суттєво змінюється під впливом іонів домішок, органічних кислот та продуктів біохімічного розкладу, що ускладнює інтерпретацію результатів [5-7]. Традиційна практика приведення  $\chi$  до стандартної температури 25 °С, не завжди забезпечує достатню точність, оскільки різні зразки стічних вод можуть мати як кислу, так і лужну природу, що впливає на значення електропровідності [7-10]. У зв'язку з цим зростає потреба у методах, здатних одночасно та коректно визначати  $\chi$  і  $t$  у широкому діапазоні, що є принципово важливим для оцінювання стану водних середовищ і вибору оптимальних технологій їх очищення. Не менш значущим контрольним показником є водневий показник рН, який використовується для оцінювання придатності стічних вод до нормативів та визначення ефективності технологічних процесів очищення [8-12]. Значення рН тісно пов'язане зі ступенем жорсткості та іонною силою розчину, а також відображає концентрацію органічних кислот, що утворюються внаслідок розкладання білків і вуглеводів. Відхилення рН від допустимих меж є характерною ознакою погіршення екологічного стану водних екосистем і може спричинити небажані зміни, зокрема зниження розчинності кисню та розвитку процесів евтрофікації. Таким чином, результати сучасних досліджень свідчать про необхідність створення більш універсальних вимірювальних методів, здатних забезпечити точний комплексний контроль електропровідних і кислотно-лужних характеристик стічних вод різного походження.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.** Незважаючи на значний обсяг досліджень у галузі контролю фізико-хімічного стану стічних вод, низка важливих аспектів досі залишається недостатньо опрацьованою. Передусім це стосується створення вимірювальних засобів, здатних забезпечувати одночасне та достовірне визначення питомої електропровідності  $\chi$ , температури  $t$  та активної кислотності складних багатокомпонентних середовищ, характерних для стічних вод підприємств харчової та переробної галузей. Існуючі кондуктометричні системи, орієнтовані переважно на контроль чистої або слабо забрудненої води, виявляються недостатньо точними при роботі з емульсіями, слабкими електролітами чи розчинами з високою кількістю органічних включень.

Важливою нерозв'язаною проблемою залишається також компенсація впливу температурних коливань на результати вимірювань. Більшість традиційних приладів використовують спрощені моделі температурних поправок, які не враховують специфічних особливостей хімічного складу пивних стоків, що містять органічні кислоти, азотовмісні сполуки, солі та продукти мікробіологічних процесів. Унаслідок цього виникають додаткові похибки, які обмежують достовірність контролю та ускладнюють визначення придатних технологій очищення. Окремим невирішеним завданням залишається побудова чутливих індуктивних

перетворювачів, здатних працювати у широкому діапазоні частот і володіти високою завадостійкістю щодо зовнішніх електромагнітних полів. Брак ефективних методів компенсації паразитних магнітних потоків та вторинних індукованих сигналів істотно впливає на точність вимірювань у реальних умовах експлуатації. Усе це визначає необхідність удосконалення методології індуктивного контролю, розроблення нових схемних рішень та створення багатопараметрових перетворювачів, здатних до стабільної роботи в умовах значної варіабельності складу та властивостей стічних вод.

**Мета та завдання дослідження.** Розроблення та обґрунтування трипараметрового методу контролю стічних вод підприємств овочевої консервації на основі комплексного вимірювання електропровідності  $\chi$ , рН і температури  $t$ .

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Дослідити багатопараметровий метод сумісного вимірювального контролю питомої електричної провідності  $\chi_r$ , температури  $t$  і рН стічних вод.
2. Розробити алгоритм сумісного вимірювального контролю параметрів  $\chi_r$ ,  $t$  і рН зразків стічних вод.
3. Отримати співвідношення, які описують багатопараметровий метод сумісного вимірювального контролю параметрів питомої електричної провідності  $\chi_r$ , температури  $t$  і рН стічних вод.

**Наукова новизна.** Наукова новизна роботи полягає у розробленні та теоретичному обґрунтуванні багатопараметрового підходу до контролю стічних вод, який поєднує індуктивне вимірювання питомої електропровідності, визначення температури та аналіз кислотності середовища в межах єдиного вимірювального комплексу. Запропоновано структуру індуктивного трипараметрового перетворювача з підвищеною чутливістю до змін фізико-хімічних характеристик слабких електролітів та емульсійних систем, характерних для стічних вод підприємств харчової галузі. На відміну від відомих рішень, у роботі враховано складні багатоконпонентні процеси у стоках виробництва овочевої консервації, що дає змогу отримувати більш достовірні результати у широкому інтервалі частот магнітного поля.

Практична цінність роботи полягає у створенні багатопараметрового методу контролю стічних вод підприємств овочевої консервації, який забезпечує оперативне та високоточне визначення електропровідності  $\chi$ , рН, температури  $t$  та пов'язаних із ними характеристик середовища. Запропонована методика дозволяє враховувати вплив складних органічних домішок, кислотного чи лужного походження стоку, а також температурних коливань, що істотно підвищує достовірність контролю порівняно з традиційними кондуктометричними способами. Завдяки цьому підприємства отримують можливість своєчасно виявляти відхилення параметрів, що безпосередньо впливають на вибір способів очищення та на відповідність нормативним вимогам.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з важливим напрямом створення інтелектуальних сенсорних систем з адаптивною корекцією похибок та можливістю автоматичного вибору оптимального режиму вимірювань залежно від складу стічних вод. Розробка алгоритмів машинного навчання для обробки багатопараметрових сигналів, відкриває можливість побудови прогностичних моделей, здатних оцінювати ступінь забрудненості та передбачати динаміку змін фізико-хімічних характеристик у режимі реального часу. Це забезпечить більш ефективне управління процесом очищення, зменшить витрати ресурсів та сприятиме формуванню сучасних екологічно безпечних технологій.

**Методика експерименту.** Експериментальні дослідження виконували на лабораторних зразках стічних вод підприємств овочевої консервації, попередньо усереднених та профільтрованих від крупнодисперсних включень. Вимірювання питомої електропровідності  $\chi$ , рН та  $t$ , здійснювали за допомогою ТВП з радіусом робочого зонда  $a = 58 \times 10^{-3}$  м, частотою збудження  $f = 25$  МГц та узгодженою компенсаційною схемою. Температура контрольованих зразків змінювалася в інтервалі  $t = 12 - 30$  °С із використанням вбудованого нагрівального модуля та нікелевого терморезистора, як еталонного датчика температури.

**Результати та обговорення.** У ході проведених досліджень встановлено, що питома електропровідність стічних вод  $\chi$ , змінюється монотонно зі зростанням температури, що підтверджує температурну чутливість контрольованого середовища та адекватність обраного вихорострумowego методу. На рис. 1 подано структурну схему ТВП із розташованим усередині зразком стічних вод [10-12].

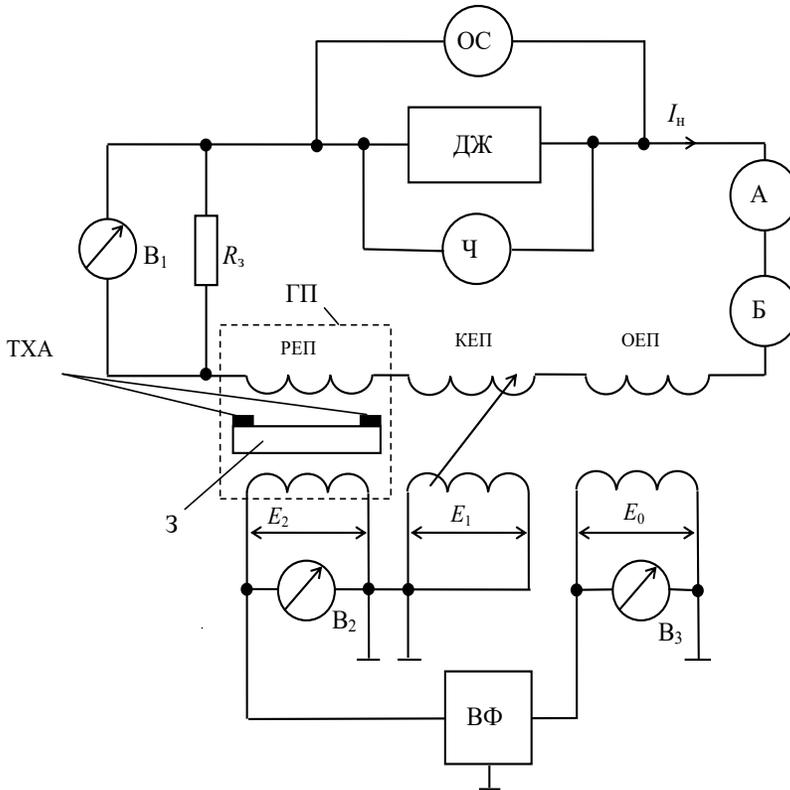


Рис. 1. Уточнена схема ТВП зі зразками стічних вод

Конструкція перетворювача реалізує принцип компенсації паразитного магнітного потоку  $\Phi_1$ , який виникає в повітряному зазорі між вимірювальною котушкою ТВП та досліджуванним зразком. До складу схеми входять: джерело змінного живлення ДЖ, амперметр А для контролю сили струму, частотомір ВЧ, осцилограф ОС, вимірювач ЕРС В2, зразковий опір  $R_0$ , фазометр ВФ, опорний електромагнітний

перетворювач ОП, а також вольтметр ВЗ для вимірювання ЕРС  $E_0$ . У схемі додатково використовується компенсаційний електромагнітний перетворювач КЕП. Робочий (РЕП), компенсаційний (КЕП) та опорний (ОЕП) мають однакові геометричні характеристики: кількість витків, радіуси первинних і вторинних обмоток та розміри осердя. Первинні обмотки РЕП, КЕП та ОЕП з'єднані послідовно – узгоджено за напрямом струму, тоді як вторинні обмотки РЕП і КЕП вмикаються послідовно-зустрічно. Компенсаційний перетворювач призначений для усунення ЕРС  $E_0$  за відсутності зразка в робочому перетворювачі, забезпечуючи нульовий рівень вихідного сигналу в еталонних умовах [10, 11]. У схемі також передбачено нагрівальний пристрій (НП), що дозволяє регулювати температуру досліджуваного зразка З. Для контролю температури застосовують нікелевий терморезистор [13]. Слід зазначити, що радіальні зміщення скляної трубки із зразком не впливають на результати експерименту, оскільки магнітне поле в області зразка є практично однорідним, а можливі перекося трубки механічно обмежені каркасом ТВП [12]. Для мінімізації впливу сторонніх магнітних полів перетворювач необхідно екранувати шляхом розміщення ТВП у металевому провідному корпусі.

За умови сталої робочої частоти  $f$  радіус досліджуваного зразка стічних вод  $a$ , визначають на основі універсальної функціональної залежності  $K_t = f(\varphi)$  (див. табл. 1)

$$a = a_n \sqrt{\frac{E_t}{E_0 K_t}}, \quad (1)$$

де  $E_0$  – ЕРС перетворювача при відсутності зразка;  $E_t$  – ЕРС перетворювача зі зразком стічних вод.

Таблиця 1

**Залежності нормованих параметрів  $K_t$  та  $\varphi$ ,  
від узагальненого параметра  $x_t$  ТВП зі зразком стічних вод**

$\varphi$ , град	$K_t$	$x_t$
-6,47	0,9893	0,96
-6,65	0,9886	0,97
-6,84	0,9872	0,99
-6,91	0,9865	1,01
-7,20	0,9853	1,02
-7,45	0,9844	1,03
-7,74	0,9831	1,05
-8,05	0,9820	1,07
-8,25	0,9812	1,08
-8,46	0,9801	1,09
-8,69	0,9788	1,11

Формула (1) дає можливість коректно вибрати скляну трубку відповідних геометричних параметрів для подальшого визначення електричних та температурних характеристик рідинного зразка. На наступному етапі за залежністю  $\varphi = f(x_t)$  (див. табл. 1), визначають узагальнений параметр  $x_t$ , після чого обчислюють питому електричну провідність зразка за формулою

$$\chi_t = \frac{K_t^2 \cdot E_0 \cdot K_t}{\mu_0 \cdot a^2 \cdot E_t \pi f}, \quad (2)$$

де  $\mu_0$  – магнітна стала,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м;  $f$  – частота магнітного поля, МГц;  $a$  – радіус зразка, м.

Температурна залежність питомої електричної провідності  $\chi$  для стічних вод описується лінійною апроксимацією [13]

$$\chi_t = \chi_0 (1 + \alpha(t - t_0)), \quad (3)$$

де  $\chi_0$  – питома електрична провідність при початковій температурі,  $t_0 = 12^\circ\text{C}$ ;  $\alpha$  – температурний коефіцієнт опору зразка стічних вод.

Далі знаходимо температуру  $t$  зразка стічних вод, що контролюється

$$t = \frac{1}{\alpha f} \left( \frac{x_t^2 \cdot E_0 \cdot K \cdot \chi_1}{\mu_0 \cdot a^2 \cdot E_t \pi} - 1 \right) + t_0, \quad (4)$$

Знаходимо рН при різних температурах з досліджуваного діапазону

$$\text{pH} = \left( \frac{E_0 - E_t}{Q_t} - 1 \right) + t_0, \quad (5)$$

де  $Q_t$  – це коефіцієнт, який перетворює логарифм концентрації  $^+\text{H}$  у потенціал при температурах із досліджуваного діапазону  $t = 12 \dots 30^\circ\text{C}$ .

Таким чином, для визначення питомої електропровідності  $\chi$  у діапазоні температур  $t = 12 \dots 30^\circ\text{C}$ , у робочому перетворювачі розміщують скляну трубку із зразком рідини, далі за допомогою нагрівача регулюють температуру середовища. Подальше налаштування здійснюють шляхом зміни частоти намагнічувального струму ТВП до моменту, коли вимірний фазовий кут зсуву стає рівним фазовому куту  $\varphi$ . Після цього визначають параметр  $A_t$  та розраховують значення  $\chi_t$  для різних температур згідно з наведеним алгоритмом. У табл. 2 наведено результати визначення електричних і температурних параметрів зразків стічних вод. Для порівняння подано також питомі електропровідності  $\chi'$  та температури  $t'$ , визначені контрольними методами (кондуктометричний метод, нікелевий терморезистор [9, 10]), в таблиці наведено також значення відносних похибок  $\gamma_t$ .

Аналізуючи дані з табл. 2, можна встановити, що зі зростанням температури в діапазоні  $t = 12 \dots 30^\circ\text{C}$ , спостерігається чітка й закономірна тенденція до підвищення питомої електропровідності  $\chi$ , що відображає високу термочутливість досліджуваного середовища та узгоджується з відомими фізико-хімічними закономірностями. Паралельно з цим відбувається зростання фазового кута  $\varphi$ , що свідчить про поступову зміну поляризаційних характеристик рідкої фази та активацію релаксаційних процесів під впливом температури. Одночасно спостерігається плавне зниження величини рН, яке інтерпретується, як посилення кислотності стічних вод при нагріванні, що особливо характерно для середовищ із наявністю слабких органічних кислот.

**Головні висновки.** Таким чином, у ході виконання дослідження досягнуто поставленої мети – обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність застосування трипараметрового вихрострумовевого методу для комплексного контролю фізико-хімічних характеристик стічних вод підприємств овочевої консервації. Надано вимірвальну схему, яка забезпечує одночасне визначення питомої електропровідності, температури та рН, що значно підвищує інформативність

аналізу та зменшує похибки, зумовлені нестабільністю середовища. Показано, що використання узгодженого компенсаційного перетворювача дає змогу ефективно усунути вплив паразитних магнітних потоків, забезпечуючи високу відтворюваність та чутливість вимірювань. Проведені експерименти засвідчили чітку температурну залежність електропровідності досліджуваних зразків стічних вод  $\chi$ , а також суттєву варіабельність  $\chi$  і рН для різних за походженням зразків, що підтверджує необхідність одночасного багатопараметрового контролю зразків стічних вод. Встановлено, що застосування розробленої методики створює передумови для оперативного визначення характеру забруднення стічних вод і вибору оптимальних методів їх очищення. Комбінований підхід на основі електромагнітних вимірювань, може бути використаний як перспективний інструмент у системах екологічного моніторингу, зокрема для оцінки ефективності технологічних процесів, попередження теплового забруднення штучних та природних водойм й для контролю відповідності стічних вод чинним нормативним вимогам.

Таблиця 2

**Результати визначення електричних та температурних параметрів зразка стічних вод в діапазоні змінення загальної концентрації іонів**  
 $C = 0,5-5,0$  (моль/л);  $\alpha = 1,86 \times 10^{-2} 1/^\circ\text{C}$ ;  $t_0 = 12^\circ\text{C}$ ;  $a = 58 \times 10^{-3} \text{ м}$ ;  
 $t = 15 \dots 30^\circ\text{C}$ ,  $I = 52 \text{ мА}$ ;  $f = 25 \text{ МГц}$

$t, ^\circ\text{C}$	$t', ^\circ\text{C}$	$Q_i$	$\chi_i \cdot 10^{-1}, \text{ См/м}$	$\Phi, \text{ град}$	рН	$x_i$	$\chi_i' \cdot 10^{-1}, \text{ См/м}$	$\gamma_i, \%$
12,04	12	0,056587	8,29	6,5286	6,90	0,9600	8,27	0,30
15,01	15	0,056684	8,61	6,7964	6,74	0,9771	8,63	0,07
16,98	17	0,057381	8,92	6,9734	6,71	0,9929	8,91	-0,12
19,01	19	0,057778	9,24	7,1899	6,69	1,0086	9,23	0,05
20,99	21	0,058175	9,55	7,4035	6,67	1,0241	9,56	-0,05
23,02	23	0,058572	9,86	7,6182	6,63	1,0403	9,87	0,08
24,98	25	0,058968	10,21	7,8304	6,60	1,0542	10,19	-0,06
27,01	27	0,059365	10,49	8,0491	6,58	1,0691	10,50	0,04
29,01	29	0,059762	10,81	8,2538	6,55	1,0830	10,80	0,03
30,09	31	0,060159	11,12	8,4608	6,52	1,0972	11,11	-0,03

**Перспективи використання результатів дослідження.** Пов'язані з розширенням можливостей багатопараметрового контролю стічних вод та вдосконаленням моделей, що описують поведінку слабких електролітів і емульсійних систем різного походження. Доцільним є поглиблене вивчення взаємозв'язку між електропровідністю  $\chi$ , рН,  $t$  та концентрацією  $C$  органічних і неорганічних домішок, що притаманні стічним водам підприємств овочевої консервації. Подальше моделювання та експериментальне дослідження діелектричних і релаксаційних властивостей забруднених водних середовищ дозволить уточнити параметри імпедансних схем та підвищити точність вимірювальних методик.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Інструментальні методи хімічного аналізу [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спец. 161 «Хімічні технології та інженерія», спец. «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. Л.

М. Спасьонова, В. Ю. Тобілко, І. В. Пилипенко. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 69 с.

2. Rico-Mendez M. A., Selvas R., Kharissova O. V. та ін. An efficient pH detector for water contamination based on Mach–Zehnder interferometer application. *Sci.* 2024. Vol. 6, № 4. Art. 80. DOI: 10.3390/sci6040080.

3. Мідик І. М., Лиса О. В. Оперативний контроль якості овочів за електричними характеристиками. *Вимірювальна техніка та метрологія*. 2018. Вип. 79, № 4. С. 17–24. DOI: 10.23939/istcm2018.04.017.

4. Cui X., Tang M., Zhu T. та ін. A water probe for direct pH measurement of individual particles via micro-Raman spectroscopy. *Journal of Environmental Sciences*. 2025. Vol. 149. С. 200–208. DOI: 10.1016/j.jes.2023.10.037.

5. Брицун В. М., Останіна Н. В. Особливості кондуктометричного контролю якості дистильованої води для фармакопейних потреб. *Фармакологія та лікарська токсикологія*. 2018. № 2 (58). С. 97–103.

6. Борисов О. О., Кофанова О. В. Потенціометрія, кондуктометрія і рефрактометрія як методи експрес-контролю якості ґрунтів і поверхневих вод у зонах відпочинку людей. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. Т. 9, № 1. С. 1–18. DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-44.

7. Савченко В. В., Синявський О. Ю., Бунько В. Я. Вплив магнітного поля на воду. *Енергетика і автоматика*. 2019. № 1. С. 6–15. DOI: 10.31548/energiya2019.01.006.

8. Баран Б. А., Бубенщикова Г. Т., Хрящевський В. М. Біологічна дія електромагнітного випромінювання. *Довкілля та здоров'я*. 2009. № 4. С. 43–46.

9. Кучерук В. Ю., Кулаков П. І., Мостовий Д. В. Фотоелектричний вимірювальний перетворювач параметрів потоку молока. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. 2017. № 1 (31). С. 66–71.

10. Маєвський С. М. Фазовимірювальні системи неруйнівного контролю [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спец. 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спец. «Комп'ютерно-інтегровані технології неруйнівного контролю та діагностики» / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 288 с.

11. Лисенко Ю. Ю., Дугін О. Л., Куц Ю. В., Протасов А. Г. Застосування накладних перетворювачів в імпульсному вихрострумівому контролі. *Вісник НТУУ «КПІ». Приладобудування: збірник наукових праць*. 2016. Вип. 51(1). С. 58–63.

12. Pyrozhenko Ye. V., Sebko V. V., Zdorenko V. G., Zashchepkina N. M., Markina O. M. Informative testing method of beer sewage samples for mini-breweries. *Journal of Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 1, № 106. P. 28–41. DOI: 10.5604/01.3001.0014.5930.

13. Яворський Б. М., Детлаф А. А., Лебедев А. К. Довідник з фізики для інженерів та студентів вищих навчальних закладів. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2007. 1040 с.

Дата першого надходження рукопису до видання: 21.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 625.77 (635.9)/ 712.4.01/712.254(256)  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.31>

## ПІДБІР АСОРТИМЕНТУ РОСЛИН РІЗНОГО ФУНКЦІОНАЛУ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕННЯ ДОШКІЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

**Семенюк С.К.** – к.б.н.,  
доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства,  
Херсонський державний аграрно-економічний університет  
[orcid.org/0000-0002-9873-7646](https://orcid.org/0000-0002-9873-7646)

**Мотузна О.Є.** – асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства,  
Херсонський державний аграрно-економічний університет  
[orcid.org/0009-0000-6781-9844](https://orcid.org/0009-0000-6781-9844)

У статті досліджено проблематику підбору асортименту зелених насаджень для озеленення території дошкільних навчальних установ. Проблема відсутності систематичного підходу до вибору рослинності призводить до нехтування нормативно-правовими вимогами, що передусє наявності тих видів насаджень, котрі можуть становити певну небезпеку для дітей. При виборі рослин для озеленення основну увагу приділяють важливості врахування ключових критеріїв: безпека, інтерес та можливість для розвитку. Наведено перелік насаджень, які рекомендовано вилучати з території (*Rosa hybrida* Hort., *Crataegus monogyna* Jacq., *Berberis vulgaris* L., *Ribes uva-crispa* L., *Rubus caesius* L., *Hippophae rhamnoides* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Artemisia vulgaris* L., жіночі особини *Populus nigra* Munchh., *Betula pendula* Roth (використання значної кількості екземплярів). Оскільки підхід до планування озеленення має бути комплексним, сформовано основні групи зелених насаджень за функціонуванням: група рослин для спостереження (*Helianthus annuus* L., *Acer platanoides* L., *Sorbus aucuparia* L., *Physalis alkekengi* L., *Lunaria annua* L., *Calendula officinalis* L. та інші); насадження для ігор (*Salix babylonica* L., *Cornus alba* L., *Hydrangea arborescens* L., *Fargesia murielae*, *Spiraea japonica* L.); їстівні рослини (*Ribes nigrum* L., *Ribes rubrum* L., *Mentha piperita* L., *Ocimum basilicum* L., *Ribes uva-crispa* var. *Inermis* та інші); рослини сенсорного призначення (*Stachys byzantina* Koch, *Hosta hybrida* Tratt., *Matteuccia struthiopteris* L., *Thymus serpyllum* L., *Sempervivum* L., *Stipa tenuissima* L., *Salvia rosmarinus* Spreng. тощо). Ключовий принцип планування рослинності на території ДНЗ ґрунтується не на кількості насаджень, а в правильності вибору. Практичне значення роботи полягає у рекомендаціях концептуального планування озеленення територій дитячих навчальних закладів.

**Ключові слова:** озеленення, асортимент рослин, функціональне призначення, дошкільні навчальні заклади, реконструкція.

### **Semeniuk S.K., Motuzna O.Ye. Selection of an assortment of plants of various functions for landscaping of preschool educational institutions**

The article examines the problems of selecting an assortment of green spaces for landscaping the territories of preschool educational institutions. The problem of the lack of a systematic approach to the choice of vegetation leads to neglect of regulatory and legal requirements, which precedes the presence of those types of plantations that may pose a certain danger to children. When choosing plants for landscaping, the main attention is paid to the importance of taking into account key criteria: safety, interest and opportunity for development. A list of plantations recommended for removal from the territory is given (*Rosa hybrida* Hort., *Crataegus monogyna* Jacq., *Berberis vulgaris* L., *Ribes uva-crispa* L., *Rubus caesius* L., *Hippophae rhamnoides* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Artemisia vulgaris* L., female individuals *Populus nigra* Munchh., *Betula pendula* Roth (use of a significant number of specimens). Since the approach to greening planning should be comprehensive, the main groups of green spaces by functioning have been

formed: a group of plants for observation (*Helianthus annuus* L., *Acer platanoides* L., *Sorbus aucuparia* L., *Physalis alkekengi* L., *Lunaria annua* L., *Calendula officinalis* L. and others); plantings for games (*Salix babylonica* L., *Cornus alba* L., *Hydrangea arborescens* L., *Fargesia murielae*, *Spiraea japonica* L.); edible plants (*Ribes nigrum* L., *Ribes rubrum* L., *Mentha piperita* L., *Ocimum basilicum* L., *Ribes uva-crispa* var. *Inermis* and others); sensory-purpose plants (*Stachys byzantina* Koch, *Hosta hybrida* Tratt., *Matteuccia struthiopteris* L., *Thymus serpyllum* L., *Sempervivum* L., *Stipa tenuissima* L., *Salvia rosmarinus* Spenn. etc). The key principle of vegetation planning on the territory of the DZ is based not on the number of plantations, but on the correctness of the choice. The practical significance of the work lies in the recommendations of conceptual planning of landscaping of the territories of children's educational institutions.

**Key words:** landscaping, assortment of plants, functional purpose, preschool educational institutions, reconstruction.

**Актуальність теми дослідження.** Ступінь інтенсивності розвитку урбанізації населених пунктів напряму перетинається з питанням щодо постійного моніторингу та осучаснення наявних територіальних комплексів. Вкрай необхідним це є для дитячих дошкільних установ. Зелені зони нинішніх мікрорайонів досить часто характеризуються недостатністю забезпечення більш сучасними та відповідними рослинними насадженнями.

Якість оздоровчої функції та освітній вплив на найменших мешканців безпосередньо визначається функціональністю зелених зон. В контексті озеленення дошкільних навчальних закладів існує проблема відсутності певного систематичного підбору асортименту рослин. Часто специфіку вимог відносно облаштування дошкільного середовища залишають без уваги. Натомість акцент робиться тільки на тому, щоб рослини на території мали візуально привабливий естетичний вигляд або ж просто були доступними.

**Постановка проблеми.** Зазвичай, невідповідність вимогам нормативно-правової бази спостерігається і в розташуванні рослин. Потреба безпеки ігнорується, адже на ділянках можна зустріти токсичні, алергенні або травматичні види насаджень, які до того ж доповнені створенням монотонних, а не розвивальних природних зон.

Відтак, комплексний підхід до стратегічного планування та реконструкцій територій ДНЗ є обов'язковим. Існуючий асортимент, сформований за традиційним підходом може призвести до неприємних наслідків. Тож впровадження концептуального озеленення, що базувалось би на чітких критеріях та рекомендаціях для підбору рослин, які максимально будуть реалізовувати оздоровчу, розвивальну та захисну функції, має важливий практичний інтерес.

**Методика досліджень.** Проблематику формування комфортного середовища, зокрема майданчиків для дітей, досліджували багато вітчизняних науковців, серед яких слід виділити Слісарук Л.С. [1], Ковальська О.Є. [2], Бородич Л.В. [3], Бойко Т.О. [4, 5].

У працях Гончаренко Г.Є., Берчак В.С., Берчак М.С., Черняк В.М., Бойко Т.О., Байрак О.М. [6-11] було досліджено підбір рослинного матеріалу для оформлення дитячих майданчиків, а також питання щодо біологічних та морфологічних характеристик насаджень, котрі придатні для зон активної взаємодії дітей з природним середовищем.

Незважаючи на значні дослідження у сфері благоустрою просторів для дітей, поза увагою дослідників залишається низка відкритих питань, які вимагають вирішення. Проглядається дефіцит рослинних насаджень, які б відповідали функціональним вимогам для всебічного активного розвитку молодшої категорії населення. Гострою проблемою є обмежена кількість видового асортименту

рослин, а також наявність деяких видів, які не відповідають чинним нормам і правилам.

**Результати досліджень.** Метою нашого дослідження було здійснити підбір рослинних насаджень, що можна класифікувати за певними функціями. Згідно мети ми поставили наступні завдання:

- визначити критерії вибору рослинного асортименту для озеленення ДНЗ;
- сформулювати перелік насаджень, які підлягають вилученню з обраної ділянки;
- класифікувати та обґрунтувати підібрані насадження відповідно до їхніх функціональних призначень.

Створення простору для розвитку дітей доволі кропітка робота. На ділянках звичайного саду насадження вважаються декором. Натомість, на території дитячих садків рослини – це інструмент для розвитку. Коли діти перебувають в оточенні правильно підібраних рослин, відкриваються можливості для отримання сенсорного досвіду, спостереження за природними циклами, що розвиває дрібну моторику та увагу.

Вибір рослин для дитячих садків здійснюється керуючись трьома основними критеріями:

1. Безпека – насадження не повинні завдавати шкоди дітям при прямому контакті;
2. Інтерес – це те, що залучає увагу дітей;
3. Потенціал для розвитку – можливість для гри, спостереження та експериментів.

Досить часто, обираючи рослинні насадження, можна припуститись декількох помилок. Наприклад, гарно – це не завжди означає, що підходить дітям, адже більшість ефектних насаджень відносяться до отруйних видів. Для дитячих майданчиків також не завжди підходять екзотичні рослини, оскільки вони самі по собі можуть потребувати особливих умов для вирощування. Насадження, що відносяться до швидкорослих теж слід обирати розумно, адже агресивні рослини здатні швидко розповсюджуватись по території.

Низку культур рекомендовано детально розглядати з точки зору безпеки. Повністю вилучити треба рослини з шипами або колючками, серед яких можемо виділити наступні види: троянда гібридна (*Rosa hybrida* Hort.) (окрім спеціальних сортів, що не мають шипів), глід звичайний (*Crataegus monogyna* Jacq.), барбарис звичайний (*Berberis vulgaris* L.), агрус звичайний (*Ribes uva-crispa* L.) (окрім сортів, що не мають шипів), ожина сиза (*Rubus caesius* L.), обліпіха крушиноподібна (*Hippophae rhamnoides* L.).

Окремо можна виділити групу рослин, які є сильними алергенами: амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), полин звичайний (*Artemisia vulgaris* L.), тополя пірамідальна (*Populus nigra* Munchh.) (жіночі особини), береза повисла (*Betula pendula* Roth) (використання значної кількості екземплярів). Також декілька видів, які мають ламкі пагони – черемха звичайна (*Prunus padus* L.), бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.).

Дослідженням передбачено здійснити підбір тих видів зелених насаджень, які можна класифікувати за певними функціями. Перша група – рослини для фенологічних спостережень. Вони допомагають дитині зрозуміти природні цикли, сприяють розвитку уважності та допитливості. Асортимент рослин даної групи наведено нижче (табл. 1).

Таблиця 1

## Рослинні насадження для спостереження

Назва виду	Особливості	Розвиваючий ефект
Соняшник однорічний <i>Helianthus annuus</i> L.	Повертає голівку за сонцем, гігантські розміри	Розуміння росту рослин, спостереження за комахами
Настурція велика <i>Tropaeolum majus</i> L.	Яскраві квіти, їстівне листя, виткі пагони	Вивчення смаків, спостереження за ростом рослини
Клен гостролистий <i>Acer platanoides</i> L.	Гарне різьблене листя, декоративне насіння-крилатки, жовте осіннє забарвлення	Збір і вивчення насіння, осінні вироби
Горобина звичайна <i>Sorbus aucuparia</i> L.	Білі весняні квіти, червоні осінні ягоди (декоративна цілий рік)	Спостереження за птахами, вивчення сезонних змін
Фізаліс звичайний <i>Physalis alkekengi</i> L.	Яскраві помаранчеві «ліхтарики» (дозрівають у серпні-вересні)	Матеріал для виробів, розуміння будови плода
Лунарія однорічна <i>Lunaria annua</i> L.	Сріблясті «монетки»-насіння (насіння дозріває до осені)	Матеріал для зимових букетів та творчості
Календула лікарська <i>Calendula officinalis</i> L.	Яскраві помаранчеві квіти, сильний запах (цвіте червень- жовтень)	Збір насіння, вивчення лікарських рослин
Космея двічіпериста <i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	Ніжні квіти, самосів (цвіте до морозів)	Спостереження за самосівом, приваблення метеликів
Лаванда вузьколиста <i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Сильний аромат, приваблює бджіл (цвіте липень-серпень)	Вивчення ароматів, спостереження за комахами-запилювачами
Меліса лікарська <i>Melissa officinalis</i> L.	Лимонний запах при розтиранні листя (ароматна весь сезон)	Розвиток нюху, знайомство з пряно- ароматичними травами

Друга група – рослини, які використовують для затінення ігрових майданчиків. Як правило, їх можна використовувати в активному проведенні часу, а також їх вегетативні та генеративні органи можна обрати для розвитку творчих здібностей дітей. Рекомендований асортимент рослин наведено нижче (табл. 2).

Таблиця 2

## Рослинні насадження для ігор

Назва виду	Особливості	Розвиваючий ефект
1	2	3
Вербка плакуча <i>Salix babylonica</i> L.	Будівництво куренів, плетіння кошиків.	Розвиток конструкторських навичок, просторового мислення, рольові ігри.
Липа дрібнолиста <i>Tilia cordata</i> Mill.	Плоди-горішки для ігор. Ароматне цвітіння в липні.	Вивчення фізичних явищ (політ насіння), сенсорний розвиток (нюх).

Закінчення табл. 2

1	2	3
Дерен білий <i>Cornus alba</i> L.	Створення живих укриттів. Червоні пагони взимку, швидкий ріст	Розвиток уяви, створення притулків, рольові ігри.
Гортензія деревоподібна <i>Hydrangea arborescens</i> L.	Великі суцвіття для ігор та виробів. Цвіте до пізньої осені.	Творчість, розвиток дрібної моторики при роботі з природним матеріалом.
Береза повисла <i>Betula pendula</i> Roth	Лазіння, гойдалки, матеріал для виробів (кора, гілочки). Міцні гілки.	Фізичний розвиток (велика моторика), творчість.
Ялина звичайна (карликові форми) <i>Picea abies</i> L.	Зимові ігри, укриття, вироби. Вічнозелена, ароматна хвоя.	Сенсорний розвиток (нюх), всесезонні ігри.
Бамбук садовий <i>Fargesia rufa</i> T.P.Үі (для помірного клімату)	Будівельний матеріал. Швидкий ріст, цікавий звук.	Розвиток слухового сприйняття, конструкторські навички.
Злаки декоративні ( <i>Міскантус</i> , <i>Костриця</i> )	Шелестіння, хованки, матеріал для виробів. Декоративний вигляд у будь-яку пору року.	Сенсорний розвиток (слух, дотик), рольові ігри (хованки).
Спірея японська <i>Spiraea japonica</i> L.	Живі лабіринти, укриття. Компактні кущі, м'які гілки без шипів.	Розвиток просторового мислення, активні рольові ігри
Пухироплідник калінолистий <i>Physocarpus opulifolius</i> L.	Гучні ігри (лопання плодів). Декоративне листя, цікаві плоди (нешкідливі).	Сенсорний розвиток (слух), ігрова діяльність, взаємодія.

Третя група – їстівні рослини. До таких насаджень відносяться ті, плоди яких можна куштувати з метою розвитку смакових відчуттів та ознайомлення з природними продуктами. Рекомендований асортимент наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

## Група їстівних рослин

Назва виду	Особливості (що їстівне)	Розвиваючий ефект
1	2	3
Смородина чорна <i>Ribes nigrum</i> L.	Ягоди, листя для чаю. Дозрівання: липень.	Розуміння циклу росту ягід, знайомство з вітамінами та корисними властивостями.
Смородина червона <i>Ribes rubrum</i> L.	Ягоди. Дозрівання: липень.	Порівняння смаків (кислий проти солодшого), вивчення кольору та форми.
Жимолость їстівна <i>Lonicera edulis</i> Turcz. ex Herder	Сині ягоди. Дозрівання: червень (найбільш ранні ягоди сезону).	Розвиток терпіння та очікування (перші ягоди), знайомство з ранніми плодами.
М'ята перцева <i>Mentha piperita</i> L.	Листя в чай. Сезонність: аромат на весь сезон.	Сенсорний розвиток (нюх), знайомство з трав'яними чаями.

Закінчення табл. 3

1	2	3
Ревінь <i>Rheum rhaponticum L.</i>	Молоді черешки. Сезонність: весна – початок літа.	Знайомство з кислим смаком, вивчення першої великої їстівної зелені.
Меліса лимонна <i>Melissa officinalis L.</i>	Листя в чай та салати. Сезонність: ароматна до осені.	Вивчення ароматів, кулінарні експерименти, розвиток нюху.
Базилік звичайний <i>Ocimum basilicum L.</i>	Листя в салати. Сезонність: травень – вересень.	Знайомство з прянощами та їхнім впливом на смак їжі.
Кріп пахучий <i>Anethum graveolens L.</i>	Зелень та насіння. Сезонність: увесь теплий сезон.	Розуміння повного циклу росту рослини: від насіння до зелені та нового насіння.
Агрис безшипний <i>Ribes uva-crispa var. inermis</i>	Ягоди різного ступеня зрілості. Дозрівання: липень – серпень.	Розуміння дозрівання плодів, порівняння різних смаків однієї ягоди.
Вишня повстиста <i>Prunus tomentosa Thunb.</i>	Дрібні вишеньки. Дозрівання: липень.	Спостереження за компактним деревом, розуміння рясного плодоношення.

Остання, четверта група рослин – сенсорного призначення. До цієї групи відносяться насадження, які мають цікаву текстуру, запахи та форми, здатні розвивати тактильні відчуття. Нижче описано асортимент таких рослин (табл. 4).

Таблиця 4

#### Сенсорні рослини для озеленення дитячих садків

Назва виду	Особливості	Розвиваючий ефект
1	2	3
Чистець шерстистий <i>Stachys byzantina Koch</i>	М'яке, оксамитове листя (схоже на «овечі вушка»). Сріблястий колір, приємні на дотик.	Тактильні відчуття, заспокійливий ефект, розпізнавання різних текстур.
Хоста гібридна <i>Hosta hybrida Tratt.</i>	Гладеньке, велике листя різних розмірів. Тіньлолюбна, різноманітність сортів.	Вивчення форм та розмірів, розрізнення гладкої поверхні.
Папороть страусник звичайний <i>Matteuccia struthiopteris L.</i>	Різьблене, м'яке листя. Росте в тіні, має первісний вигляд.	Знайомство з древніми формами рослин, вивчення ажурної текстури.
Чебрець повзучий <i>Thymus serpyllum L.</i>	Дрібні листочки, сильний запах при ходьбі. Грунтопокривний, медонос.	Ароматні доріжки, розвиток нюху, тактильне стимулювання стоп (при ходінні).
Очиток видний <i>Hylotelephium spectabile Boreau H. Ohba</i>	Товсте, м'ясисте листя. Рожеві суцвіття восени.	Розуміння накопичення вологи рослинами (сукуленти), відчуття щільності листя.
Молодило <i>Sempervivum L.</i>	Щільні розетки, воскова поверхня. Розмножується «дітками», не вимагає поливу.	Вивчення сукулентів, відчуття твердої, воскової текстури.

Закінчення табл. 4

1	2	3
Костриця сиза <i>Festuca glauca Vill.</i>	Тонке, жорстке листя. Блакитнуватий колір, компактні купини.	Контраст із широколистяними рослинами, відчуття жорсткої, голкоподібної текстури.
Ковила найтонша <i>Stipa tenuissima L.</i>	М'які, пухнасті суцвіття. Колишеться на вітрі, красивий у сухих букетах.	Рух рослин, звукове сприйняття (шелест вітру), м'якість на дотик.
Полин Стеллера <i>Artemisia stelleriana Besser</i>	Сріблясте, різьблене листя. Сильний аромат при розтиранні.	Контраст текстур (різьблена) та запахів, розвиток нюху.
Розмарин лікарський <i>Salvia rosmarinus Spenn.</i>	Жорстке, голчасте листя, сильний аромат. Вічнозелений, лікарський.	Контрастні тактильні відчуття (жорсткість), ароматерапія.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** В результаті дослідження було виявлено проблематику підбору асортименту зелених насаджень для озеленення територій дошкільних навчальних установ. Проблема відсутності систематичного підходу до вибору рослин призводить до нехтування нормативно-правовими вимогами, що передусє наявності тих видів насаджень, які можуть становити певну небезпеку для дітей. При виборі рослин для озеленення основну увагу приділяють важливості врахування ключових критеріїв: безпека, інтерес та можливість для розвитку. Наведено перелік насаджень, які рекомендовано вилучати з території (*Rosa hybrida Hort.*, *Crataegus monogyna Jacq.*, *Berberis vulgaris L.*, *Ribes uva-crispa L.*, *Rubus caesius L.*, *Hippophae rhamnoides L.*, та інші). Сформовано основні групи за функціонуванням: рослини для спостереження (*Helianthus annuus L.*, *Acer platanoides L.*, *Sorbus aucuparia L.*, *Physalis alkekengi L.*, *Lunaria annua L.*, *Calendula officinalis L.* та інші); насадження для майданчиків (*Salix babylonica L.*, *Cornus alba L.*, *Hydrangea arborescens L.*, *Fargesia murielae*, *Spiraea japonica L.*); істмівні рослини (*Ribes nigrum L.*, *Ribes rubrum L.*, *Mentha piperita L.*, *Ocimum basilicum L.*, *Ribes uva-crispa var. Inermis* та інші); рослини сенсорного призначення (*Stachys byzantina Koch*, *Hosta hybrida Tratt.*, *Matteuccia struthiopteris L.*, *Thymus serpyllum L.*, *Sempervivum L.*, *Stipa tenuissima L.*, *Salvia rosmarinus Spenn.* тощо). Практичне значення роботи полягає у розробці концептуального планування озеленення територій дитячих навчальних закладів з відповідним підбором асортименту зелених насаджень.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Слісарук Л.С., Радіон О.М. Проблема формування прибудинкового простору в сучасному середовищі. Вісник НУВГП. Технічні науки: зб. наук. праць. Рівне: НУВГП, 2012. Вип. 4(60). 176-181.
2. Ковальська О.Є. Дитячі ігрові простори в умовах щільної міської забудови. Архітектурний вісник КНУБА. Київ: КНУБА, 2019 № 17-18, С. 367-372.
3. Бородич Л.В. Деякі аспекти формування житлового середовища. Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. Київ: КНУБА, 2010. Вип. 38. 70-74.
4. Бойко Т.О., Грищенко В.А., Корінь І.В., Лаханська Д.В. Особливості підбору рослин для міжквартального озеленення у містах півдня України. Theoretical and practical scientific achievements: research and results of their implementation:

collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the II International Scientific and Theoretical Conference (Vol. 1), September 3, 2021. Pisa, Italian Republic: European Scientific Platform. 55-57.

5. Бойко Т.О., Дементьєва О.І. Особливості створення проекту реконструкції та озеленення територій загальноосвітніх навчальних закладів. Таврійський науковий вісник. Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2019. № 108. 207-217.

6. Бойко Т.О., Дементьєва О.І. Екологічні основи створення зелених насаджень на територіях загальноосвітніх закладів міста Херсона. Таврійський науковий вісник. 2018. № 100. Т. 1. 276-282.

7. Бойко Т.О., Бойко П.М. Еколого-рекреаційна роль об'єктів садово-паркового господарства міста Херсон. Таврійський науковий вісник. 2022. № 128. 347-352.

8. Бойко Т.О. Критерії до підбору основного та додаткового асортименту деревних рослин для зеленого будівництва у місті Херсоні. І-ша відкрита регіональна науково-практична інтернет-конференція «Наукові читання імені В.М. Виноградова» присвячена 5-річчю заснування кафедри лісового та садово-паркового господарства ДВНЗ «ХДАУ», (23-24 травня 2019 р.). 2019.

9. Байрак О.М., Черняк В.М. Наукові принципи оптимізації прищільних насаджень. Бібліотека Всеукраїнської екологічної ліги. 2009. № 7-8. 2-5.

10. Бойко Т.О., Шмігель А., Мігуля О. Екологічні основи озеленення загальноосвітніх закладів міста Херсона. IV Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва» (27-28 квітня 2017 року, м. Тернопіль). Тернопіль: Крок. 55-57.

11. Гончаренко Г.Є., Берчак В.С., Берчак М.С. Моніторинг зовнішнього озеленення загальноосвітніх навчальних закладів. Природничі науки і освіта: зб. наук. праць прир.-геогр. фак-ту. Умань: Сочінський, 2011. 39-43.

Дата першого надходження рукопису до видання: 07.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 639.517:639.3.03(477.74)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.32>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВСЕЛЕННЯ ПІДРОЩЕНОЇ МОЛОДІ БІЛОГО ДНІСТРОВСЬКОГО РАКА (*PONTASTACUS EICHWALDI BESSARABICUS*) У ПРИРОДНУ АКВАТОРІЮ ОЗЕРА КУГУРЛУЙ

Сидорак Р.В. – аспірантка,

Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України

[orcid.org/0000-0002-4973-5804](https://orcid.org/0000-0002-4973-5804)

У статті наведено результати дослідження ефективності вселення підрощеної молоді білого дністровського рака (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*) у природну ізольовану акваторію озера Кугурлуй (басейн р. Дністер). Актуальність роботи зумовлена зниженням чисельності аборигенних популяцій раків у регіоні та потребою впровадження науково обґрунтованих заходів їх відновлення із застосуванням сучасних біотехнологій культивування. Метою роботи було визначити показники виживаності, адаптації та впливу на формування локальної популяції після вселення 10 000 екземплярів молоді, вирощеної в умовах рециркуляційної аквакультурної системи (РАС). Проаналізовано біометричні характеристики посадкового матеріалу, гідроecологічні умови водойми-реципієнта, поведінкові реакції молоді на етапі акліматизації та зміни щільності популяції протягом тримісячного періоду спостережень (температурний режим, кисневий режим, прозорість, наявність укриттів і кормової бази), а також поведінкові реакції (активність, використання укриттів, міграційна рухливість).

Динаміку чисельності та щільності оцінювали на ділянках випуску і контрольних ділянках протягом тримісячного періоду моніторингу.

Встановлено, що виживаність через 30 діб після вселення становила 60–65 %, а через 90 діб – 45–50 %, що свідчить про загалом успішну адаптацію у природних умовах за наявності достатньої кількості укриттів та сприятливих гідроecологічних параметрів. На ділянках випуску зафіксовано збільшення щільності популяції у 1,6–1,8 рази порівняно з контрольними ділянками. Наявність другого покоління молоді підтвердила здатність інтродукованих особин до природного відтворення в умовах водойми. Показано, що поєднання заводського вирощування із контрольованим вселенням у природні акваторії є ефективним заходом відновлення популяції білого дністровського рака (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*) у басейні Дністра. За умов дотримання біобезпеки, оптимізації строків випуску та обов'язкового післявипускового моніторингу.

**Ключові слова:** білий дністровський рак, рециркуляційна аквакультурна система, вселення, відтворення, озеро Кугурлуй, адаптація, виживаність.

### **Sydorak R.V. The effectiveness of introducing reared juvenile white Dniester crayfish (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*) into the natural water area of Lake Kugurlui**

The article presents the results of a study on the effectiveness of introducing juvenile white Dniester crayfish (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*) into the natural isolated waters of Lake Kugurlui (Dniester River basin). The relevance of the work is due to the decline in the number of native crayfish populations in the region and the need to implement scientifically based measures for their restoration using modern cultivation biotechnologies. The aim of the work was to determine the survival, adaptation and impact on the formation of the local population after the introduction of 10,000 juveniles grown in a recirculating aquaculture system (RAS). The biometric characteristics of the planting material, the hydroecological conditions of the recipient reservoir, the behavioural reactions of juveniles during the acclimatisation stage and changes in population density during a three-month observation period (temperature regime, oxygen regime, transparency, availability of shelters and food base) as well as behavioural responses (activity, use of shelters, migratory mobility).

© Сидорак Р.В., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

*The dynamics of abundance and density were assessed at the release sites and control sites during a three-month monitoring period.*

*It was found that survival 30 days after release was 60–65%, and 90 days after release was 45–50%. This indicates generally successful adaptation to natural conditions in the presence of sufficient shelter and favourable hydroecological parameters. An increase in population density of 1.6–1.8 times compared to the control areas was recorded in the release areas. The presence of a second generation of juveniles confirmed the ability of the introduced individuals to reproduce naturally in the conditions of the reservoir. It has been shown that the combination of factory farming with controlled release into natural water bodies is an effective measure for restoring populations of the Dniester white crayfish (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*) in the Dniester basin, provided that biosafety is observed, release times are optimised, and mandatory post-release monitoring is carried out.*

**Key words:** white Dniester crayfish, recirculating aquaculture system, release, reproduction, Lake Kugurlui, adaptation, survival.

**Постановка проблеми.** Білий дністровський рак (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*) належить до ендемічних видів басейну Дністра та відіграє важливу роль у формуванні трофічних зв'язків і загального екологічного балансу регіону. За останні десятиліття популяції виду зазнали значного скорочення, що пов'язано з антропогенним навантаженням, забрудненням води, зарегулюванням стоку, деградацією нерестових і нагульних біотопів, епізоотіями та виснажливим промисловим і браконьєрським виловом[1].

Зниження чисельності призвело до формування фрагментованих локальних популяцій, що значно підвищує ризики генетичної ерозії та зникнення виду в окремих частинах ареалу. Традиційні заходи щодо охорони популяцій виявилися недостатньо ефективними.

Сучасна практика відновлення річкових раків у Європі та Північній Америці свідчить, що одним із найрезультативніших підходів є поєднання заводського вирощування молоді з її подальшим вселенням у природні акваторії, які мають відповідні екологічні характеристики для формування стійкої популяції[2].

Однак в Україні системні дослідження ефективності таких заходів стосовно *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* фактично відсутні.

Метою даної роботи є комплексна оцінка ефективності вселення підрощеної молоді білого дністровського рака, вирощеної за заводськими технологіями, у природну ізольовану акваторію озера Кугурлуй.

Завдання дослідження: охарактеризувати якість та біометричні параметри посадкового матеріалу; оцінити умови транспортування та первинної адаптації; визначити виживаність раків у природних умовах; оцінити зміну щільності локальної популяції; виявити ознаки природного розмноження інтродукованих особин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасні дослідження білого дністровського рака *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* в Україні зосереджені на фіксації деградації популяцій, причинах скорочення чисельності та обґрунтуванні необхідності штучного відтворення. Для Дністровського лиману наведені кількісні оцінки зменшення площі поширення та запасів, погіршення розмірно-вагових і репродуктивних показників, що прямо підкреслює потребу у відновлювальних заходах, зокрема підрощуванні молоді та її подальших випусках у природні водойми[3].

Паралельно формується прикладний напрям: вирощування рака в контрольованих умовах (УЗВ/РАС) для отримання посадкового матеріалу та зниження ризиків ранньої смертності у природі. У публікаціях наголошується на можливості

відпрацювання біотехнічних параметрів утримання молоді, а також на практичній доцільності використання підрощеної молоді для відновлення популяцій у водоймах Подунав'я; згадується й залучення придунайських озер (зокрема Кугурлуй) як потенційних об'єктів відновлення.

Міжнародна література та настанови з conservation translocations задають методичні вимоги до таких робіт: оцінка придатності біотопу перед випуском, походження та якість посадкового матеріалу, обов'язковий поствипускний моніторинг і біобезпека. Окремо підкреслюється ризик чуми раків (*Aphanomyces astaci*) і необхідність профілактики занесення збудника під час переселень. Водночас саме кількісні польові дані щодо ефективності вселення підрощеної молоді (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*) в озеро Кугурлуй (виживання, розселення, приріст, внесок у поповнення популяції) у відкритих джерелах висвітлені обмежено, що й обґрунтовує актуальність дослідження [4-5].

**Матеріали та методи.** Об'єктом дослідження була підрощена молодь білого дністровського рака (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*), віком 90–120 діб, отримана в умовах рециркуляційної аквакультурної системи (РАС). Загальна кількість молоді, залученої до дослідження, становила 10 000 особин. Вирощування молоді здійснювали у стаціонарних установках замкненого водопостачання під постійним контролем гідрохімічних показників. Протягом експериментального періоду підтримували такі параметри водного середовища: температура – 20–23 °С; концентрація розчиненого кисню – 7,5–8,8 мг/л; рН – 7,4–8,0; вміст амонійного азоту – <0,2 мг/л; нітритів – <0,05 мг/л; нітратів – <10 мг/л. Годівлю проводили комбінованими гранульованими кормами з умістом сирого протеїну 32–36 %. Щільність посадки регулювали відповідно до вікових груп і біотехнічних рекомендацій. Польовий експеримент здійснювали у водоймі-реципієнті – озері Кугурлуй, яке є ізольованою акваторією площею 0,43 га. Водойма характеризується порівняно рівномірним рельєфом дна, глибинами 0,8–1,7 м, розвиненими заростями макрофітів (*Phragmites australis*, *Potamogeton spp.*), стабільним кисневим режимом та низьким рівнем техногенного забруднення, що забезпечує сприятливі умови для акліматизації та подальшого розвитку молоді рака. Транспортування молоді проводили у вентильованих фанерних контейнерах за температури води 14–16 °С. Рівень загибелі під час транспортування не перевищував 1–2 %. Перед випуском у водойму здійснювали термоадаптацію шляхом поступового вирівнювання температур протягом 15–20 хвилин. Моніторинг адаптації та росту молоді включав щомісячні контрольні відбори гідробіологічного матеріалу, визначення біометричних показників, оцінку рівня виживаності та аналіз структури популяції. Додатково проводили порівняльну характеристику отриманих даних із контрольними ділянками для визначення ефективності вселення.

**Результати досліджень.** У межах дослідження проведено комплексну оцінку якості посадкового матеріалу, процесів первинної адаптації, виживаності, росту, просторового розподілу та відтворювального потенціалу білого дністровського рака (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*) після вселення у природну акваторію. Отримані результати дозволяють об'єктивно оцінити ефективність біотехнології заводського вирощування в умовах рециркуляційної аквакультурної системи та її придатність для реалізації програм відновлення аборигенних популяцій раків у відкритих водоймах.

Молодь білого дністровського рака, отримана в умовах РАС, характеризувалася стабільними морфометричними показниками, притаманними здоровим та повноцінним особинам відповідної вікової групи. Морфометричний аналіз не виявив

статистично значущих відхилень від нормативних середніх значень, характерних для культивованих астакоїдних раків. Основні показники підрощеної молоді перед вселенням наведено в таблиці 1.

Таблиця 1  
**Морфометричні показники підрощеної молоді білого дністровського рака перед вселенням**

Показник	Мінімум	Максимум	Середнє $\pm$ SD
Довжина тіла, мм	25	35	29,8 $\pm$ 1,7
Маса, г	1,2	1,8	1,47 $\pm$ 0,13
Частка пошкоджених особин, %	–	–	4,3
Аномалії розвитку, %	–	–	<1

*Джерело: власні дані*

Низька частка механічних пошкоджень і мінімальний рівень аномалій розвитку свідчать про відсутність критичних стресових факторів у процесі вирощування та підтверджують відповідність посадкового матеріалу вимогам до вселення у природні водойми.

Після випуску у природну акваторію особини демонстрували адекватну поведінкову реакцію. У перші години спостерігалось активне пересування вздовж прибережної зони та пошук укриттів серед кореневищ очерету й відмерлих частин макрофітів. Уже через 24 години поведінка стабілізувалася та відповідала природному добовому ритму активності. Смертність у першу добу після вселення становила лише 1–2 %, що свідчить про високу стресостійкість молоді та ефективність проведених заходів із транспортування й випуску.

Упродовж тримісячного моніторингу відзначено поступове зниження рівня виживаності, однак показники залишалися високими для природних умов. Динаміка виживаності молоді після вселення наведена в таблиці 2.

Таблиця 2  
**Динаміка виживаності молоді білого дністровського рака після вселення у водойму**

Час після вселення	Виживаність, %	Основні фактори впливу
1 доба	98–99	транспортний стрес, температурний градієнт
30 діб	60–65	хижацтво, конкуренція, перша линька
90 діб	45–50	природний відбір, зміна кормової бази

*Джерело: власні дані*

Після першого місяця виживаність знижувалася переважно під впливом природних екологічних чинників, зокрема активізації хижих риб, міжвидової конкуренції та фізіологічного навантаження, пов'язаного з линькою. Через 90 діб показники стабілізувалися, що свідчить про завершення основного етапу адаптації.

Оцінка змін щільності популяції та просторового розподілу раків показала суттєві відмінності між дослідними та контрольними ділянками (табл. 3).

Таблиця 3

**Порівняння щільності популяції раків на дослідних і контрольних ділянках**

Тип ділянки	До вселення, екз./м <sup>2</sup>	Через 3 міс., екз./м <sup>2</sup>	Зміна, рази
Дослідна	0,12–0,15	0,20–0,27	1,6–1,8
Контрольна	0,10–0,14	0,11–0,15	1,0–1,1

Джерело: власні дані

На контрольних ділянках істотних змін щільності не зафіксовано, що вказує на стабільний, але депресивний стан аборигенних популяцій. Натомість у місцях вселення відбулося майже дворазове зростання щільності, що зумовлено високою життєздатністю підрощеної молоді, наявністю природних укриттів, низькою конкуренцією та стабільним кисневим режимом води.

Аналіз ростових показників засвідчив незначне уповільнення темпів росту у перший місяць після вселення порівняно з умовами РАС, що є типовою реакцією на зміну середовища (табл. 4)

Таблиця 4

**Порівняння темпів росту молоді білого дністровського рака до та після вселення**

Період	РАС, мм/30 діб	Природні умови, мм/30 діб
0–30 діб	3,4	2,7
30–60 діб	3,1	2,9
60–90 діб	2,8	2,8

Джерело: власні дані

Після 60 діб темпи росту практично вирівнялися, що свідчить про повну фізіологічну адаптацію раків до природного середовища.

Особливо важливим результатом стало виявлення особин молодшої вікової групи довжиною 8–12 мм на третьому місяці спостережень. Ці особини не могли належати до початкової партії, що підтверджує успішну адаптацію статевозрілих раків, реалізацію репродуктивної функції та придатність водойми для довготривалого відтворення популяції. Фіксація другого покоління є ключовим показником ефективності програм відновлення.

Загальне узагальнення результатів дозволяє виокремити три визначальні фактори успіху: високу якість посадкового матеріалу, сприятливі гідрохімічні та біотопічні умови водойми та професійно організовані транспортування й вселення. Сукупна дія цих чинників забезпечила ефективність програми, що перевищує середні показники для відкритих водойм.

Отримані результати дослідження дозволяють комплексно оцінити ефективність вселення підрощеної молоді білого дністровського рака (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*) у природну акваторію озера Кугурлуй та співставити ці показники з практиками реінтродукції річкових раків, що застосовуються у різних регіонах світу. Проведений аналіз підтверджує, що поєднання заводського вирощування в контрольованих умовах та екологічно обґрунтованого вселення у природне середовище може забезпечувати високі показники виживаності, адаптації та відтворення аборигенних видів.

Одним із ключових чинників успішності вселення стала висока якість посадкового матеріалу. Молодь характеризувалася стабільними морфометричними показниками, низьким рівнем механічних пошкоджень і мінімальною часткою аномалій розвитку, що свідчить про її біологічну повноцінність. Уже в першу добу після випуску рівень виживаності становив 98–99 %, що вказує на високу стресостійкість особин до транспортування та різкої зміни умов існування. Саме цей початковий етап є критичним для ракоподібних, а тому такі показники можна розглядати як індикатор ефективності технологічних рішень, застосованих на стадії вирощування молоді.

Важливу роль у подальшій адаптації відіграли екологічні умови озера Кугурлуй. Наявність густих заростей прибережної рослинності, розвиненої структури макрофітів і піщано-мулистих донних субстратів створила сприятливе середовище для укриття особин, особливо в період линьки, та зменшила тиск хижаків. Просторова неоднорідність біотопів сприяла природній сегрегації особин за розмірами, що мінімізувало внутрішньовидову конкуренцію. У поєднанні зі стабільним кисневим режимом це забезпечило поступову, але ефективну адаптацію молоді до природних умов.

Динаміка виживаності протягом трьох місяців після вселення демонструвала закономірне зниження показників, характерне для відкритих водойм, однак фінальні значення залишалися високими. Через 30 діб виживаність становила 60–65 %, а через 90 діб стабілізувалася на рівні 45–50 %. Такі значення свідчать про те, що основні втрати були пов'язані з природним відбором, сезонною перебудовою кормової бази та фізіологічними процесами, зокрема першою линькою, а не з критичними екологічними обмеженнями середовища.

Зміна щільності популяції підтверджує успішність інтродукції. На контрольних ділянках істотних змін не зафіксовано, що свідчить про стабільний, але депресивний стан аборигенних популяцій. Водночас у місцях вселення щільність раків зросла у 1,6–1,8 рази, що є чутливим індикатором ефективності програми відтворення. Важливою перевагою озера Кугурлуй стала відсутність агресивних інвазійних видів раків, які в інших регіонах істотно знижують успішність реінтродукції аборигенних форм.

Особливо значущим результатом є фіксація молодшого покоління особин довжиною 8–12 мм, яке не належало до початкової партії вселення. Це свідчить про успішну адаптацію статевозрілих раків, реалізацію репродуктивної функції у природних умовах та придатність водойми для повного проходження життєвого циклу виду. Поява другого покоління є ключовим критерієм формування самопідтримуваної популяції і підтверджує довготривалу перспективу відновлення виду в межах досліджуваної акваторії.

Порівняння ефективності проведеного проєкту з аналогічними міжнародними програмами наведено в таблиці 5.

Наведені дані свідчать, що результати, отримані в українських умовах, належать до числа найбільш ефективних серед відомих програм, особливо за критерієм природного відтворення. Це підкреслює високий потенціал водойм басейну Дністра для реалізації природоохоронних заходів, спрямованих на відновлення аборигенних видів раків.

Загалом дослідження розширює уявлення про можливості відновлення популяцій річкових раків у Східній Європі та демонструє, що правильно підібрана комбінація заводського вирощування, екологічно обґрунтованого вибору водойми-реципієнта та професійно виконаного вселення може не лише підтримувати,

а й відновлювати локальні популяції видів, що перебувають під загрозою. Отримані результати мають як теоретичне, так і прикладне значення та можуть бути використані при розробленні регіональних програм відновлення, удосконаленні технологій вирощування молоді у РАС і формуванні довгострокових стратегій моніторингу інтродукованих популяцій.

Таблиця 5

### Порівняння ефективності програм відновлення річкових раків

Країна	Вид	Вживаність після 3 міс., %	Успішність природного відтворення
Україна	<i>Pontastacus eichwaldi bessarabicus</i>	45–50	Так
Італія	<i>Austropotamobius pallipes</i>	30–45	Частково
Велика Британія	<i>Austropotamobius pallipes</i>	20–35	Низька
Чехія	<i>Austropotamobius torrentium</i>	18–30	Нестабільна
США	<i>Procambarus clarkii</i>	50–65	Так

**Висновки.** Проведене дослідження дозволило комплексно оцінити ефективність вселення підрощеної молоді білого дністровського рака (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*) у природну акваторію озера Кутурлуй та визначити основні чинники, що забезпечують успішність реінтродукційних заходів у межах басейну Дністра. На основі отриманих результатів сформульовано низку узагальнених положень.

1. Підрощена молодь, вирощена у РАС, характеризувалася високою біологічною повноцінністю, що підтверджено стабільними морфометричними характеристиками, низькою часткою пошкоджень та високою стресостійкістю під час транспортування. Це свідчить про ефективність використаної технології вирощування та її придатність для формування якісного посадкового матеріалу, оптимального для вселення у природні водойми.

2. Первинна адаптація у природних умовах відбувалася без критичних втрат. Вживаність у першу добу становила 98–99 %, що відповідає найкращим показникам європейських програм відновлення аборигенних видів раків і свідчить про високий ступінь відповідності фізіологічних можливостей молоді та екологічних характеристик водойми-реципієнта.

3. Динаміка вживаності впродовж 90 діб після вселення (45–50 %) свідчить про добру пристосованість інтродукованих особин до природних біотичних і абіотичних чинників озера. Порівняння з міжнародними даними показує, що ці значення перевищують середньоєвропейські для видів родини *Astacidae* та перебувають у межах високого рівня для природних акваторій без додаткового підживлення кормової бази.

4. Зростання щільності популяції у дослідних ділянках у 1,6–1,8 раза підтверджує позитивну динаміку поповнення локального угруповання, що є ключовим критерієм екологічної успішності інтродукції. Контрольні ділянки не демонстрували суттєвих змін, що дозволяє пов'язати збільшення чисельності саме із вселенням підрощеної молоді, а не з природними циклічними коливаннями.

5. Поява молоді другого покоління підтвердила успішне формування репродуктивної підсистеми популяції, що вказує на здатність інтродукованих особин до природного відтворення у нових умовах. Це є визначальним свідченням перспективності створення на основі озера Кугурлуй стійкої самопідтримуваної популяції виду, яка може відігравати роль реінтродукційного ядра для сусідніх територій басейну Дністра.

6. Комплексність отриманих результатів підтверджує високу екологічну доцільність застосованої технологічної моделі, що передбачає поєднання заводського вирощування молоді в умовах повного контролю з подальшим вселенням у природні водойми, які характеризуються сприятливими гідрохімічними параметрами, достатньою кількістю укриттів та низьким рівнем антропогенного пресингу.

7. Практична значущість проведеного дослідження полягає у можливості використання його результатів для вдосконалення природоохоронних стратегій відтворення аборигенних ракоподібних видів, розроблення рекомендацій щодо вибору водойм-реципієнтів, визначення оптимальних параметрів вирощування молоді у РАС та організації масштабних програм репатріації *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* у межах Дністровського регіону.

8. Перспективність подальших робіт пов'язана із необхідністю довготривалого моніторингу популяції, оцінки генетичної структури інтродукованих та природних угруповань, дослідження просторової поведінки особин та впливу сезонних коливань гідрохімічних параметрів на сталість відтворювальних процесів.

Таким чином, проведене дослідження доводить, що вселення підрощеної молоді білого дністровського рака є ефективним інструментом відновлення чисельності виду в природних умовах та може бути рекомендоване як науково обґрунтована природоохоронна практика для басейну Дністра та інших регіонів України із подібними екологічними характеристиками.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шекк П. В., Сидорак Р. В. Сучасний стан природної популяції білого дністровського рака (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus* Brodsky, 1967) в Дністровському лимані Рибогосподарська наука України., 2024; 3(69): 4-19 DOI: <https://doi.org/10.61976/fsu2024.03.004>
2. Сидорак Р. В. Біотехнологічні аспекти вирощування посадкового матеріалу білого дністровського рака *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* в умовах УЗВ. Рибогосподарська наука України., 2025; 3(73): с. 128-145 DOI: <https://doi.org/10.61976/fsu2025.03.128>
3. Шекк П. В., Бургаз М. І. Аквакультура прісноводних і морських риб, молосків і безхребетних (відтворення і вирощування, світовий досвід) : навчальний посібник. Ч. 2. Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2023. 147 с.
4. Бродський С. Я. Фауна України. Т. 26. Вищі раки. Річкові раки. Вип. 3. Київ : Наукова думка, 1981. 212 с.
5. Супрунович А. В. Аквакультура безхребетних. Київ : Наукова думка, 1988. 156 с.

Дата першого надходження рукопису до видання: 20.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 504.062 : 504.75.051 : 556.18  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.33>

## АНАЛІЗ ВУГЛЕЦЕВИХ ПОСЛУГ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ У КОНТЕКСТІ ЗМІНИ КЛІМАТУ

**Тараненко А.О.** – к.с.-г.н., доцент,  
доцент кафедри екології, збалансованого природокористування  
та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет  
[orcid.org/0000-0002-1305-939X](https://orcid.org/0000-0002-1305-939X)

**Троян Б.М.** – аспірант кафедри екології, збалансованого природокористування  
та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет  
[orcid.org/0009-0008-3069-541X](https://orcid.org/0009-0008-3069-541X)

Водно-болотні угіддя є одними з найважливіших природних вуглецевих сховищ на Землі, тому їх дослідження має велике значення в умовах глобальної зміни клімату. Ці екосистеми, до яких належать болота, заплави, торфовища та дельти річок, виступають потужними природними вуглецевими сховищами, адже процеси повільного розкладання органічної речовини сприяють акумуляції значних запасів вуглецю у ґрунтах і донних відкладах. Саме тому сьогодні особливої актуальності набуває аналіз вуглецевих послуг водно-болотних угідь, їхньої ролі у поглинанні парникових газів та регулюванні клімату. Дослідження територій водно-болотних угідь дає можливість зрозуміти масштаби їхнього впливу на вуглецевий баланс планети, розробити ефективні стратегії збереження й відновлення, а також підтримати природну стійкість екосистем. Метою дослідження став комплексний аналіз потенціалу водно-болотних у накопиченні вуглецю та економічна оцінка вуглецевих послуг даних екосистем. Результати досліджень просторово-часової динаміки вегетаційного індексу свідчать про високий адаптивний потенціал екосистеми досліджуваної території, яка, незважаючи на кліматичні флуктуації. Екосистема досліджуваної території зберігає функціональну цілісність та виступає ключовим стабілізатором екологічної рівноваги регіону та знаходиться у високопродуктивному стані з позитивною динамікою накопичення біомаси. Запаси вуглецю водно-болотних угідь досліджуваної території становлять 1098,72 тонн С/рік, або 4032,3 тонн CO<sub>2</sub>. Таким чином, водно-болотні угіддя України, мають значний потенціал у національній і глобальній стратегії протидії зміні клімату, а їхній захист і відновлення повинні стати пріоритетними напрямками екологічної політики, що забезпечать підвищення природної стійкості регіонів, охорону біорізноманіття та стабілізацію вуглецевого балансу.

**Ключові слова:** водно-болотні угіддя, депонування вуглецю, зміна клімату, екосистемні послуги.

### **Taranenko A.O., Troian B.M. Analysis of wetland carbon services in the context of climate change**

Wetlands are among the most important natural carbon sinks on Earth, and their study is of great significance in the context of global climate change. These ecosystems, which include bogs, floodplains, peatlands, and river deltas, serve as powerful natural carbon sinks. This is due to the slow decomposition processes of organic matter, which contribute to the accumulation of significant carbon stocks in their soils and bottom sediments. Therefore, the analysis of carbon services provided by wetlands, particularly their role in greenhouse gas absorption and climate regulation, has gained particular relevance today. The study of wetland territories makes it possible to understand the scale of their impact on the planet's carbon balance, develop effective

*conservation and restoration strategies, and support the natural resilience of ecosystems. The aim of the study was a comprehensive analysis of the carbon accumulation potential of wetlands and an economic valuation of the carbon services provided by these ecosystems. A retrospective analysis of the spatio-temporal dynamics of the vegetation index of the studied territory indicates the high adaptive potential of the ecosystem, which, despite climatic fluctuations, maintains its functional integrity and acts as a key stabilizer of the ecological balance of the region, remaining in a highly productive state with positive dynamics of biomass accumulation. The assessment of the wetland carbon stocks in the studied territory is 1098.72 tonnes of C/year, or 4032.3 tonnes of CO<sub>2</sub>. Thus, Ukraine's wetlands have significant potential in the national and global strategy for combating climate change, and their protection and restoration must become priority areas of environmental policy, ensuring the enhancement of natural resilience of regions, the protection of biodiversity, and the stabilization of the carbon balance.*

**Key words:** wetlands, carbon sequestration, climate change, ecosystem services.

Водно-болотні угіддя є одними з найбільш унікальних, продуктивних і водночас вразливих екосистем нашої планети. Вони являють собою перехідну зону між суходільними та чисто водними середовищами, поєднуючи риси обох і створюючи особливі умови існування [6,10,11,12]. Екологічні особливості цих угідь визначаються насамперед домінуючою роллю води, яка формує специфічний гідрологічний режим, призводить до утворення унікальних гідричних ґрунтів та сприяє розвитку високоспеціалізованої рослинності – гідрофітів. Ці взаємопов'язані фактори створюють середовище з дефіцитом кисню та високим вмістом органічної речовини, що відрізняє водно-болотні угіддя від будь-яких інших природних ландшафтів і зумовлює їхнє надзвичайне біологічне різноманіття та ключові екологічні функції, такі як фільтрація води, захист від повеней та зберігання вуглецю.

У відповідності до Рамсарської конвенції охорони [19], раціональному використанню та збереженню водно-болотних угідь відводиться важливе значення. Це пояснюється тим, що водно-болотні угіддя виконують важливі і різнобічні біосферні функції. Водно-болотні угіддя є одними з найважливіших природних вуглецевих сховищ на Землі, тому їх дослідження має велике значення в умовах глобальної зміни клімату [4, 8]. Ці екосистеми, до яких належать болота, заплави, торфовища та дельти річок, здатні накопичувати величезні запаси органічного вуглецю в ґрунті та рослинності протягом тисячоліть. Вони поглинають вуглекислий газ із атмосфери під час фотосинтезу й утримують його у вигляді органічної речовини, що допомагає уповільнювати глобальне потепління. Проте осушення або руйнування водно-болотних угідь призводить до масових викидів вуглецю, що значно посилює парниковий ефект і прискорює зміну клімату [18]. Процеси розкладу органічної речовини у водно-болотних екосистемах є одним із ключових етапів біогеохімічного циклу вуглецю та визначають баланс між фіксацією і вивільненням цього елемента. Водно-болотні угіддя характеризуються особливими умовами, які значно уповільнюють деструкційні процеси та сприяють накопиченню органічної маси у вигляді торфу [15].

Аналіз сучасних наукових досліджень свідчить про зміщення акцентів у вивченні водно-болотних угідь. На сьогодні водно-болотні угіддя розглядають як критичний елемент стратегій природоохоронних рішень для боротьби зі зміною клімату. Останні дослідження [3,7] показують, що водно-болотні угіддя займають лише 5–8% поверхні суші, але мають високі показники акумуляції вуглецю та утримують до 30% глобального ґрунтового вуглецю (C<sub>org</sub>). Дослідження українських вчених фокусуються на геоботанічних, ресурсознавчих аспектах функціонування водно-болотних угідь та оцінці екосистемних послуг [13,16]. В сучасних

умовах досліджується деградація, осушення торфовищ, які є потужним джерелом емісії CO<sub>2</sub> [15]. Наукові дослідження [22,23] присвячені питанню відновлення гідрологічного режиму водно-болотних угідь та підвищення потенціалу їх у поглинанні вуглецю [17].

Тому, подальше дослідження територій водно-болотних угідь дає можливість зрозуміти масштаби їхнього впливу на вуглецевий баланс планети, розробити ефективні стратегії збереження й відновлення, а також підтримати природну стійкість екосистем [1].

**Метою дослідження** став є комплексний аналіз потенціалу водно-болотних угідь (на прикладі РЛП «Кременчуцькі плавні») у накопиченні вуглецю та економічна оцінка вуглецевих послуг даних екосистем.

Об'єктом дослідження стали водно-болотні угіддя території РЛП «Кременчуцькі Плавні». Регіональний ландшафтний парк «Кременчуцькі Плавні» є одним із найважливіших водно-болотних комплексів середньої течії Дніпра, значна територія якого є природоохоронною та розташована в межах акваторії та заплави Кременчуцького водосховища. Цей парк являє собою мозаїку різноманітних природних ландшафтів: заплавної луки, очеретяних масивів, проток, озер, лісових ділянок та торфових боліт. Він вирізняється багатством флори й фауни, наявністю рідкісних видів та важливих місць гніздування і міграції водоплавних птахів. Завдяки своїй екологічній цінності територія виконує роль природного осередку біотичного різноманіття у високо трансформованому середовищі Центральної України [11].

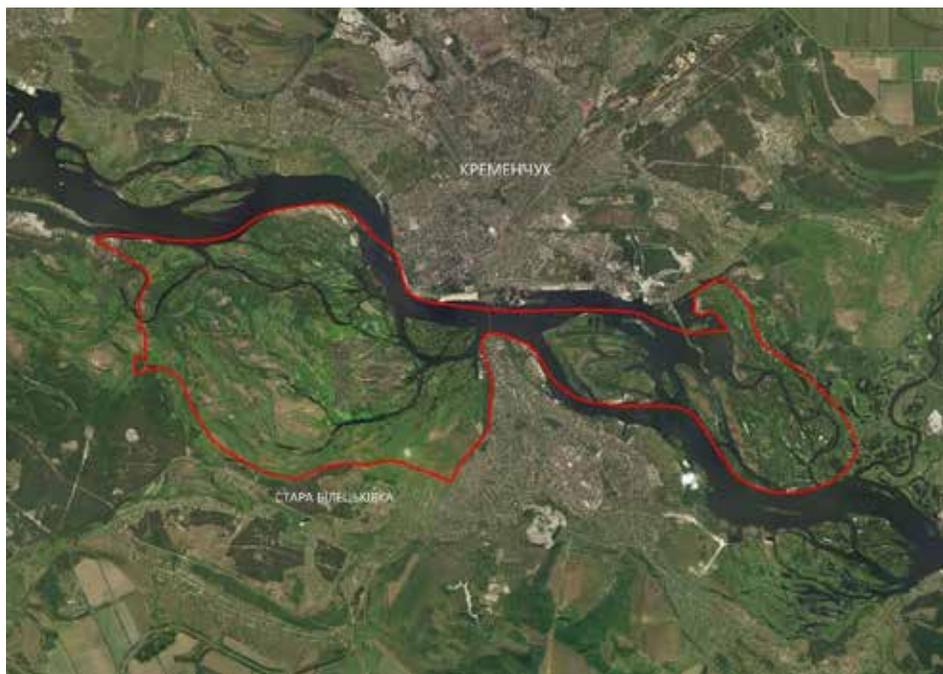
Разом з тим, природні комплекси «Кременчуцьких Плавнів» упродовж тривалого часу зазнавали відчутного антропогенного впливу. Регулювання стоку Дніпра після створення Кременчуцького водосховища, коливання рівнів води, активне рибогосподарське використання, рекреаційний тиск, урбанізація та господарське освоєння навколишніх територій спричинили суттєві зміни у структурі екосистем. Зміна гідрологічного режиму, трансформація рослинного покриву та порушення природних біотопів позначилися не лише на біорізноманітті, а й на здатності угідь виконувати свої ключові регуляторні функції – зокрема, накопичувати та утримувати вуглець [21].

Саме тому сьогодні особливої актуальності набуває аналіз вуглецевих послуг водно-болотних угідь парку – їхньої ролі у поглинанні парникових газів та регулюванні клімату. Заплавні та болотні екосистеми виступають потужними природними вуглецевими сховищами, адже процеси повільного розкладання органічної речовини сприяють акумуляції значних запасів вуглецю у ґрунтах і донних відкладах.

Ландшафтний парк є частиною Смарагдової мережі, входить до екологічної мережі Кременчуцького району як Кременчуцько-Білецьківське природне ядро та належить до переліку водно-болотних угідь міжнародного значення за Рамсарською конвенцією (рис. 8)

*Аналіз вегетаційного індексу оцінки стану рослинності території водно-болотних угідь*

Геоінформаційні системи (ГІС) – це комплексні технології, призначені для збору, зберігання, обробки, аналізу та візуалізації просторових даних про об'єкти та явища, розташовані на поверхні Землі. Вони поєднують у собі елементи картографії, дистанційного зондування, баз даних та спеціалізованого програмного забезпечення, що дозволяє працювати з інформацією про географічне розташування об'єктів у різних масштабах [14].



*Рис. 1. Схема розташування регіонального ландшафтного парку «Кременчуцькі Плавні» [21]*

ГІС дають змогу не лише відображати дані у вигляді карт, а й здійснювати складний просторовий аналіз, моделювати зміни на території та прогнозувати наслідки різних природних і соціальних процесів.

Основна цінність ГІС полягає у можливості інтегрувати великі обсяги різномірної інформації з різних джерел, включаючи супутникові знімки, аерофотозйомку, сенсорні дані, польові спостереження та статистичні дані. Це дозволяє проводити комплексний аналіз територій, оцінювати динаміку змін у просторі та часі, прогнозувати потенційні ризики та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Вуглецеві послуги водно-болотних угідь парку пов'язані з їх здатністю накопичувати і зберігати органічний вуглець у торфових та лучно-болотних ґрунтах. Постійне затоплення заплавної луки та боліт створює анаеробні умови, що уповільнюють розкладання органічної речовини та сприяють накопиченню торфу. Баланс між водним режимом і продуктивністю рослинності визначає вуглецевий баланс: під час високого рівня води активність мікроорганізмів знижується, що зменшує викид  $\text{CO}_2$ , тоді як при зниженні рівня води і висиханні ґрунтів інтенсивність розкладу зростає, і вуглець повертається в атмосферу [8, 10].

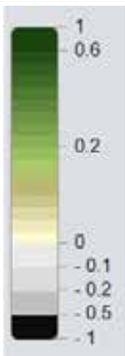
Зміна клімату проявляється підвищенням температури, нерівномірними опадами, частішими та більш інтенсивними паводками або посухами. Для РЛП «Кременчуцькі Плавні» це означає, що гідрологічний режим стає менш стабільним, що безпосередньо впливає на вуглецевий баланс: часті висихання заплавної ділянок підвищують ризик викиду накопиченого вуглецю, а тривале затоплення змінює видову структуру водно-болотної рослинності та інтенсивність накопичення органічної маси. Водно-болотні угіддя «Плавнів» виконують важливу регуляторну

функцію у глобальному вуглецевому циклі, а їх зміни під впливом кліматичних факторів можуть мати значний екологічний ефект на рівень вуглецю в атмосфері.

Дослідження РЛП «Кременчуцькі плавні» за допомогою ГІС-технологій має перспективи застосування потужних інструментів візуалізації. Це дає змогу не лише фахівцям, а й широкому колу користувачів швидко зрозуміти просторові закономірності та взаємозв'язки між об'єктами. Дослідження нормалізованого індексу різниці рослинності (NDVI) є ефективним інструментом для кількісної оцінки зеленої рослинності, що може характеризувати стан здоров'я рослинності, кліматичні умови та накопичення вуглецю в ґрунтах. Просторовий аналіз вегетаційного індексу рослинності заснований на властивості рослин відбивають світло на певних довжинах хвиль. Діапазон значень NDVI становить від -1 до 1 (табл. 1).

Таблиця 1

## Діапазон значень NDVI

	<b>значення, що наближаються до -1</b>	<b>вода</b>
	від -0,1 до 0,1	безплідні ділянки скель, піску або снігу
	0,2 до 0,4	позитивні значення представляють чагарники та луки
	значення, що наближаються до 1	помірні та тропічні дощові ліси

Джерело: <https://custom-scripts.sentinel-hub.com/sentinel-2/ndvi/>

Ретроспективний аналіз просторово-часової динаміки Нормалізованого різницевого вегетаційного індексу (NDVI) на території Регіонального ландшафтного парку «Кременчуцькі плавні», проведений на основі мультиспектральних даних сенсора Sentinel-2 MSI за період 2020–2025 років, дозволяє констатувати високу стійкість фітоценозів досліджуваної екосистеми. Дослідження проведені у першій декаді червня, яка характеризується максимумом накопичення фітомаси та найвищою фотосинтетичною активністю рослинності заплавної типу перед початком літньої межени та температурного максимуму.

На початковому етапі моніторингу, що охоплює вегетаційні сезони 2020 та 2021 років (рис. 2, рис. 3), спектральні характеристики території демонструють виражену гомогенність рослинного покриву з домінуванням високих значень NDVI в діапазоні 0,6–0,8. Візуалізація даних підтверджує стабільний стан заплавної лісової та лучно-болотної рослинності, де відсутні ознаки масштабного дефоліаційного стресу чи гідрологічних аномалій. Чітка делімітація меж акваторії річки Дніпро та її рукавів у цей період свідчить про сталість гідрологічного режиму, що забезпечує оптимальне зволоження кореневої системи рослинних угруповань островів.

Тенденція до зростання показників біопродуктивності стає особливо помітною у 2022 році (рис. 4), коли спостерігається інтенсифікація спектральної відповіді у ближньому інфрачервоному діапазоні, що інтерпретується як збільшення щільності листового покриву та вмісту хлорофілу, ймовірно, внаслідок сприятливих абіотичних факторів весняного періоду.



Рис. 2. Картохема значень NDVI РЛП «Кременчуцькі плавні» за червень 2020 р.



Рис. 3. Картохема значень NDVI РЛП «Кременчуцькі плавні» за червень 2021 р.



Рис. 4. Картосхема значень NDVI РЛП «Кременчуцькі плавні» за червень 2022 р.

Інтерпретація даних дистанційного зондування за 2023 рік (рис. 5) дозволяє стверджувати про збереження загальної структури ландшафту та відсутність ознак деградації вегетаційного покриву. Натомість сезон 2024 року (рис. 14) репрезентує еталонний стан екосистеми з максимально високими показниками NDVI за весь досліджуваний період. Отримані дані свідчать про досягнення фітоценозами парку пікових значень вегетаційної активності, що проявляється у суцільному покритті території високопродуктивною рослинністю, включаючи як деревні, так і трав'янисті яруси, що вказує на оптимальний баланс вологи та інсоляції.

Завершальний етап спостережень у 2025 році (рис. 7) характеризується посиленням контрастності між гідрофільними екосистемами парку та прилеглими урбанізованими територіями. Спостерігається чітка диференціація значень NDVI: стабільно високі індекси в межах заплави протиставляються зниженим значенням на периферії та в зонах антропогенного впливу, що може свідчити про прискорену втрату вологи ґрунтами на відкритих ділянках внаслідок раннього підвищення температур. Гідрологічна мережа на знімках 2025 року вирізняється високою чіткістю контурів та, візуально, дещо більшою площею водного дзеркала в окремих протоках порівняно з попередніми роками, що може бути індикатором підвищеного рівня води або змін у режимі стоку.

Узагальнюючи результати моніторингу 2020-2025 р.р., можна зробити висновок про високий адаптивний потенціал екосистеми РЛП «Кременчуцькі плавні», яка, незважаючи на кліматичні флуктуації, зберігає функціональну цілісність та виступає ключовим стабілізатором екологічної рівноваги регіону та знаходиться у високопродуктивному стані з позитивною динамікою накопичення біомаси. Різниця в NDVI між містом (0.1–0.2) та плавнями (0.7–0.8) у червні показує, наскільки важливою є ця територія для охолодження повітря та збереження вологи.



Рис. 5. Картосхема значень NDVI РЛП «Кременчуцькі плавні» за червень 2023 р.



Рис. 6. Картосхема значень NDVI РЛП «Кременчуцькі плавні» за червень 2024 р.



Рис. 7. Картосхема значень NDVI РЛП «Кременчуцькі плавні» за червень 2025 р.

*Розрахунок запасів вуглецю та вартості вуглецевих послуг водно-болотних угідь*

Оцінка запасів депонованого вуглецю водно-болотними угіддями була проведена на основі міжнародної методики, описаної в [1,2] за формулою (1)

$$M_c = S * K_{seq}, \quad (1)$$

де:  $M_c$  – маса депонованого вуглецю за рік (тонн С/рік).

$S$  – площа водно-болотного угіддя (га) [21].

$K_{seq}$  – коефіцієнт нетто-секвестрації (поглинання) вуглецю (тонн С/га/рік). Даний коефіцієнт залежить від типу угідь (для очеретяних плавнів він становить 1.5–3.5 т С/га/рік, для торфовищ – 0.5–2.0 т С/га/рік). Для нашого випадку значення середньої продуктивності поглинання вуглецю взято 2.1 т С/га/рік [1].

$$M_c = 523,2 * 2,1 = 1098,72 \text{ тонн С/рік}$$

Перерахунок вуглецю у вуглекислий газ  $CO_2$  проводився за формулою (2):

$$M_{CO_2} = M_c * 3.67, \quad (2)$$

де:  $M_{CO_2}$  – маса поглинутого еквіваленту вуглекислого газу (тонн  $CO_2$ ).

Для перерахунку вуглецю використано співвідношення молярних мас ( $CO_2 = 44$ ,  $C = 12$ ). Коефіцієнт перерахунку становить  $44/12=3.67$

$$M_{CO_2} = 1098,72 * 3.67 = 4032,3 \text{ тонн } CO_2$$

Грошова оцінка (V) вартості вуглецевих послуг водно-болотних угідь РЛП «Кременчуцькі плавні» розраховувалася за формулою:

$$V = M_{CO_2} * P, \quad (3)$$

де: V – вартість вуглецевої послуги (грн або євро).

P – ціна за 1 тону CO<sub>2</sub>.

З метою підвищення глибини дослідження грошова оцінка була розрахована за двома сценаріями. *Перший сценарій* для мінімальної оцінки: ставка екологічного податку на викиди CO<sub>2</sub> була взята відповідно до «Податкового кодексу України» [20] 30 грн/т.

$$V = 4032,3 * 30 = 120969 \text{ грн}$$

*Другий сценарій* для потенційної оцінки: ставка екологічного податку на викиди CO<sub>2</sub> була взята відповідно до європейського ринку P=82,21€ [5]

$$V = 4032,3 * 82,21 = 331495,4 \text{ €}$$

### Висновки

Водно-болотні угіддя є одним із ключових типів природних екосистем, що виконують багатофункціональну роль у біосфері, поєднуючи збереження біорізноманіття, регуляцію гідрологічного режиму та здатність до тривалого накопичення значних запасів органічного вуглецю. Особлива цінність цих територій полягає у створенні умов, за яких темпи утворення органічної речовини перевищують швидкість її мінералізації, що забезпечує формування природних вуглецевих депо.

Результати досліджень встановили високий адаптивний потенціал екосистеми РЛП «Кременчуцькі плавні», яка зберігає функціональну цілісність та виступає ключовим стабілізатором екологічної рівноваги регіону, знаходиться у високопродуктивному стані з позитивною динамікою накопичення біомаси. Потенціал депонування вуглецю досліджуваною територією становить 1098,72 тонн C/рік, або 4032,3 тонн CO<sub>2</sub>. Вартість вуглецевих послуг водно-болотних угідь РЛП «Кременчуцькі плавні» за першим сценарієм становить 120969 грн та за другим сценарієм 331495,4 €.

Таким чином, водно-болотні угіддя України, зокрема «Кременчуцькі Плавні», мають значний потенціал у національній і глобальній стратегії протидії зміні клімату, а їхній захист і відновлення повинні стати пріоритетними напрямками екологічної політики, що забезпечать підвищення природної стійкості регіонів, охорону біорізноманіття та стабілізацію вуглецевого балансу.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. (Chapter 4): Carbon Stocks and Stock Changes in Peatlands: веб-сайт. URL: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/pdf/Wetlands\\_separate\\_files/WS\\_Chp4\\_Coastal\\_Wetlands.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/pdf/Wetlands_separate_files/WS_Chp4_Coastal_Wetlands.pdf) (date of application: 4.12.2025).
2. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. URL: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/Wetlands\\_Supplement\\_Entire\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/Wetlands_Supplement_Entire_Report.pdf) (date of application: 4.12.2025)
3. Macreadie P. I., Costa M. D. P., Atwood T. B., Friess D. A., Kelleway J. J., Kennedy H., Duarte C. M. Blue carbon as a natural climate solution. *Nature Reviews Earth Environment*. 2021. № 2. С. 826-839. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00224-1>
4. Bockermann C., Eickenscheidt T., Drösler M. Adaptation of fen peatlands to climate change: rewetting and management shift can reduce greenhouse gas emissions and offset climate warming effects. *Biogeochemistry*. 2024. № 167. P. 563-588. <https://doi.org/10.1007/s10533-023-01113-z>
5. EU Carbon Permits: website. URL: <https://tradingeconomics.com/commodity/carbon> (date of application: 4.12.2025).
6. Introduction of Monitoring the Wetlands of International Importance in the Carpathian Region. Синевир. Національний природний парк. URL:

park.in.ua/introduction-of-monitoring-the-wetlands-of-international-importance-in-the-carpathian-region/ (дата звернення: 4.12.2025).

7. Mitsch W, Mander ÜI. Wetlands and carbon revisited. *Ecological Engineering*. 2018. № 114. P.1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.12.027>

8. Ачасов А. Депонування вуглецю ґрунтами під різним типом землекористування. *Природоорієнтовані рішення*: веб-сайт. URL: <https://nbs.wwf.ua/deponuvannia-vuhletsiu-gruntamy-pid-riznym-typom-zemlekorystuvannia> (дата звернення: 4.12.2025).

9. Базилевич В. Проблеми збереження екосистем водно-болотних угідь України. *Екологічна безпека держави*. 2025. Т. 19. С. 47. URL: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/ess/article/view/19963> (дата звернення: 4.12.2025).

10. Водно-болотні угіддя України. Довідник. За ред. Марушевського Г. Б., Жарук І. С. Київ, 2006. 312 с.

11. Гальченко Н.П. Рослинність регіонального ландшафтного парку «Кременчуцькі плавні». *Український ботанічний журнал*. 2004. № 61(4). С. 48-55.

12. Департамент екології та природних ресурсів Львівської ОДА. Водно-болотні угіддя та біорізноманіття. 2020: веб-сайт. URL: <https://deplv.gov.ua/2020/02/02/vodno-bolotni-ugidya-ta-bioriznomanittya> (дата звернення: 4.12.2025).

13. Дідух Я. П. Кліматогенні зміни рослинного світу України та їх наслідки. *Український ботанічний журнал*. 2022. 79(1). С. 3–18.

14. Зацерковний В. І., Оберемок Н. В., Ягорлицька К. П. Зацерковний В. І., Оберемок Н. В., Ягорлицька К. П. Застосування технологій ГІС і дистанційного зондування в задачах моніторингу лісових ценозів. *Наукоємні технології*. 2017. № 36(4). С. 350-357. <https://doi.org/10.18372/2310-5461.36.12235>

15. Конішук В. В., Соломаха І. В. Екосистеми торфових боліт Полісся: сучасний стан та перспективи відновлення. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 15–23.

16. Мішенін Є. В., Дегтяр Н. В. Економіка екосистемних послуг: теоретико-методологічні засади. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2020. № 3. С. 180–192.

17. Москаленко Л. В. Методичні підходи до економічної оцінки депонування вуглецю природними екосистемами. *Економіка природокористування і сталий розвиток*. 2023. № 12(31). С. 45–52.

18. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. 514 с. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf> (дата звернення: 6.12.2025).

19. The Convention on Wetlands: website. URL: <https://www.ramsar.org/>. (date of application: 6.12.2025).

20. Податковий кодекс України <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text> (дата звернення: 6.12.2025).

21. Проект організації території регіонального ландшафтного парку «Кременчуцькі плавні», охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів та об'єктів. URL: [https://oblrada-pl.gov.ua/sites/default/files/field/docs/21\\_10.pdf](https://oblrada-pl.gov.ua/sites/default/files/field/docs/21_10.pdf) (дата звернення: 6.12.2025).

22. Сафранов Т. А., Чугай А. В., Ільїна В. Г. Екосистемні послуги водно-болотних угідь одеської області. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2023. № 1. С. 84-93. URL: <https://journals.udau.cherkasy.ua/index.php/visnyk/article/view/53> (дата звернення: 6.12.2025).

23. Соловій І. П. Екологічна економіка та управління природними ресурсами в контексті сталого розвитку. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2021. № 31(2). С. 9–14.

Дата першого надходження рукопису до видання: 17.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

УДК 620.3:504:620.9(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.34>

## ВИКОРИСТАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ У СТВОРЕННІ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

**Трус О.М.** – к.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри прикладної інженерії та охорони праці,

національний університет

[orcid.org/0000-0002-9493-5469](https://orcid.org/0000-0002-9493-5469)

**Харитоненко Г.І.** – к.б.н., доцент,

доцент кафедри промислової фармації,

Київський національний університет технологій та дизайну

[orcid.org/0000-0001-9642-5334](https://orcid.org/0000-0001-9642-5334)

**Різак Г.В.** – к.фарм.н.,

радник директора Фонду на громадських засадах,

Благодійний фонд підтримки освіти, науки, науково-технічної

[orcid.org/0000-0002-0230-2366](https://orcid.org/0000-0002-0230-2366)

Останніми роками спостерігається зростання наукового інтересу до впровадження нанотехнологій у розроблення екологічно безпечних матеріалів. Це має особливе значення для України в контексті економічного відновлення та впровадження європейських стандартів сталого розвитку. Промисловий комплекс України наразі стикається з низкою екологічних проблем, зокрема із забрудненням повітря і води, надмірним споживанням енергії та значними обсягами промислових відходів. Наслідки російської агресії лише посилюють ці виклики, створюючи нові глобальні екологічні проблеми, розв'язання яких потребуватиме тривалого часу.

Одним із найбільш перспективних шляхів розв'язання цих проблем є введення нанотехнологій у промисловість України. Увага досліджень переважно зосереджена на використанні наночасток, наноструктурованих покриттів і композитів для зменшення техногенного впливу на навколишнє середовище, підвищення виробничої ефективності та забезпечення тривалого терміну експлуатації продукції.

Рівень впровадження нанотехнологій у промисловість України залишається низьким. Головними перешкодами є відсутність комплексної державної стратегії впровадження нанотехнологій, значні витрати на дослідження і промислове виробництво наноматеріалів, недостатня нормативна база екологічної безпеки наноматеріалів, а також обмежена інтеграція науки та виробництва. Такі чинники зумовлюють необхідність системного аналізу можливостей використання нанотехнологій у створенні екологічно безпечних матеріалів для промисловості України.

У статті використано системний підхід, що передбачав аналіз сучасної наукової літератури щодо використання нанотехнологій, вивчення екологічних ефектів від застосування наноматеріалів у промисловості, а також узагальнення даних про стан розвитку нанотехнологій.

Використання наноматеріалів сприяє зменшенню промислових відходів, зниженню рівня шкідливих викидів, підвищенню енергоефективності та довговічності конструкцій. Головними перешкодами для їхнього широкого впровадження залишаються фінансові, нормативно-правові та організаційні чинники.

**Ключові слова:** наноматеріали, техногенний вплив, екологічні проблеми, екологія людини, хімічні технології.

**Trus O.M., Kharytonenko H.I., Rizak G.V. The Use of Nanotechnologies in Developing Environmentally Safe Materials for Ukraine's Industry**

*In recent years, there has been a growing scientific interest in the application of nanotechnology for the development of environmentally safe materials. This issue is of particular importance for Ukraine in the context of economic recovery and the implementation of European standards for sustainable development. The Ukrainian industrial sector currently faces a number of environmental challenges, including air and water pollution, excessive energy consumption, and significant volumes of industrial waste. The consequences of Russian aggression have only intensified these challenges, creating new global environmental problems that will require a long-term resolution.*

*One of the most promising pathways to addressing these issues is the integration of nanotechnology into Ukraine's industrial sector. Research in this area has primarily focused on the use of nanoparticles, nanostructured coatings, and composites to reduce the technogenic impact on the environment, improve production efficiency, and extend the service life of industrial products.*

*The level of nanotechnology adoption in Ukrainian industry, however, remains low. The main obstacles include the absence of a comprehensive national strategy for nanotechnology implementation, high costs associated with research and industrial production of nanomaterials, insufficient regulatory frameworks for environmental safety, and limited integration between science and industry. These factors underscore the necessity of a systematic analysis of the potential for using nanotechnology in the development of environmentally safe industrial materials.*

*This study employs a systematic approach that involves analyzing current scientific literature on nanotechnology, examining the ecological effects of nanomaterials in industrial applications, and synthesizing available data on the state of nanotechnology development.*

*The use of nanomaterials contributes to reducing industrial waste, lowering harmful emissions, increasing energy efficiency, and enhancing the durability of structures. Nonetheless, financial, regulatory, and organizational barriers continue to hinder their widespread adoption.*

**Key words:** *nanomaterials, technogenic impact, environmental problems, human ecology, chemical technologies.*

**Актуальність теми дослідження.** Промисловий комплекс України наразі стикається з низкою екологічних проблем, серед яких забруднення повітря і води, надмірне споживання енергії та значні обсяги промислових відходів. Додатково, наслідки російської агресії посилюють ці виклики, створюючи нові глобальні екологічні проблеми, розв'язання яких потребуватиме тривалого часу. Для переходу до сталого розвитку та зеленої економіки важливо зосередитися на впровадженні технологій, що сприяють економічному зростанню та є екологічно безпечними.

Одним із найбільш перспективних шляхів розв'язання вказаних проблем є впровадження нанотехнологій у промисловість України, що передбачає створення і використання матеріалів, пристроїв і систем зі структурними елементами розміром 1–100 нм [1, с. 10]. Це сприятиме підвищенню енергоефективності, міцності, корозійної стійкості та біосумісності. Окрім того, застосування наноматеріалів покращить якість продукції та зменшить екологічні ризики виробництва [2, с. 300].

Розвиток нанотехнологій відбувається на перетині матеріалознавства, хімії, фізики, математики, електроніки та медицини. Така багатогалузева природа визначає потребу в міждисциплінарних підходах до організації дослідницької та розробницької діяльності [3, с. 107]. Попри значні наукові досягнення провідних науково-дослідних інститутів, зокрема Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, Інституту хімії поверхні ім. О. О. Чуйка НАН України, Інституту фізики НАН України та закладів вищої освіти, рівень впровадження нанотехнологій у промисловість України залишається низьким. Головними перешкодами

є відсутність комплексної державної стратегії впровадження нанотехнологій, значні витрати на дослідження і промислове виробництво наноматеріалів, недостатня нормативна база екологічної безпеки наноматеріалів, а також обмежена інтеграція науки з виробництвом [4, с. 4].

**Постановка проблеми.** З урахуванням того, що промисловий сектор – одне із найбільших джерел техногенного навантаження на довкілля України, застосування новітніх інноваційних нанотехнологій, здатних зменшити негативний вплив промисловості, є актуальним питанням. Проте в Україні рівень їх впровадження залишається недостатнім через відсутність цілісної державної стратегії, високу вартість виробництва наноматеріалів, недосконалу нормативно-правову базу та слабку інтеграцію науки з виробництвом. Невирішеними залишаються питання оцінки екологічної вигоди застосування наноматеріалів у промисловості України. Недостатньо опрацьовані й механізми інтеграції науки та виробництва, що стримує широке впровадження нанотехнологій у промисловий сектор. Метою дослідження було здійснення аналізу можливостей використання нанотехнологій у створенні екологічно безпечних матеріалів для різних галузей промисловості України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Здійснений аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що значна кількість науковців України працює над впровадженням нанотехнологій і створює екологічно безпечні наноматеріали для промисловості України. Зокрема Д. Нікітін наголошує на зростанні наукового інтересу впродовж останніх років до впровадження нанотехнологій у розроблення екологічно безпечних матеріалів [5, с. 94]. У своїй праці Г. Пушкар та О. Пахолок [6, с. 298] стверджують, що це має особливе значення для промисловості України в контексті економічного відновлення та впровадження європейських стандартів сталого розвитку. У дослідженнях Ю. Кравчика [7, с. 449] окреслено використання наночастинок, наноструктурованих покриттів і композитів для зменшення техногенного впливу на навколишнє середовище, підвищення виробничої ефективності та забезпечення тривалого терміну експлуатації продукції.

Вітчизняні виробники та розробники наноматеріалів значну увагу приділяють очищенню води та стоків. Так, Ю. Забулонов, Т. Мельниченко, В. Кадошніков разом із співавторами [8, с. 62] розробили новий ефективний метод очищення води і стоків для зменшення впливу мікро- та нанопластиків на навколишнє середовище та здоров'я людини. В Україні сформувався МХеpe-кластер (Carbon-Ukraine, MRC), який зосереджує увагу на створенні двовимірних наноматеріалів для використання в системах фільтрації. Окрім того, українські науковці О. Кислова [9, с. 38] та творчий колектив авторів [10, с. 89] з Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України пропонують використовувати графенові структури і модифіковані цеоліти, що демонструють високу ефективність у вилученні важких металів.

Підприємства будівельної галузі також починають широко використовувати нанотехнології. Зокрема В. Трачевський та О. Файнлейб [11, с. 104] впроваджують домішки на основі нанодисперсного діоксиду кремнію та титану для модифікації цементобетонів. Застосування таких домішок підвищує щільність структури матеріалу, підвищує його стійкість до корозії та впливу агресивних середовищ, що зменшує потребу в додаткових ремонтах і скорочує викиди CO<sub>2</sub>. Наукові школи, представниками яких є О. Байбара та М. Радченко [12, с. 34], розглядають феромагнітні нанокompозити, а Л. Мороз [13, с. 47] зосередив свою увагу

на розробленні нових складів наномодифікованих бетонів, що мають покращені властивості в порівнянні зі звичайними.

У машинобудуванні дедалі більше уваги приділяють нанопокриттям, що забезпечують антикорозійний захист, підвищують довговічність деталей і знижують витрати на обслуговування. Так, Р. Яровий і В. Дербаба [14, с. 125] стверджують, що нині з використанням нанотехнологічних підходів розпочато виробництво високоефективних антифрикційних покриттів, що знижують зношування, для автотранспорту. Натомість А. Манохін із колегами [15, с. 77] працюють над виготовленням деталей машин і агрегатів, у яких особлива роль надається конструкційній кераміці, що формується на основі карбіду та нітриду кремнію, оксидів цирконію та алюмінію, нітридів алюмінію, титану, бору, цирконію та деяких інших сполук, і має підвищену міцність, твердість, зносостійкість, температурну та корозійну стійкість.

Ще одним напрямом використання нанотехнологій є створення енергоефективних матеріалів для відновлюваної енергетики. Дослідницькі групи у м. Львів на чолі з Н. Кузиком та С. Куцим [16, с. 165] зосереджують зусилля на формулюванні аналітичних моделей для створення органічних сонячних елементів із багаточисловою архітектурою, зокрема перовскітних сонячних елементів, які потенційно можна виробляти в Україні з урахуванням місцевої сировинної бази.

Не менш важливою є аграрна галузь. Українські науковці І. Дидів, О. Дидів, А. Дидів і М. Юзьків [17, с. 103] розробляють і досліджують нанодобрива та наностимулятори росту рослин, які забезпечують поступове вивільнення поживних речовин, зменшують втрати добрив і забруднення ґрунтів. Застосування таких добрив дасть змогу значно підвищити врожайність.

Існує необхідність створення нормативної документації для регламентації вимог до рівня якості та безпечності виробів, виготовлених із використанням нанотехнологій. Важливу роль також відіграє вдосконалення системи підготовки фахівців технологічного профілю. Зокрема О. Саліхова та Д. Гончаренко [18, с. 30] аналізують впровадження нанотехнологій на державному рівні, що потребує законодавчого забезпечення, формування та підтримки розвитку інноваційної інфраструктури, прогнозування і планування інноваційного розвитку, захисту інтелектуальної власності, підтримки розвитку науки та освіти, державної фінансової підтримки науково-дослідної діяльності. Натомість О. Пахолюк, Г. Пушкар, І. Галик і Б. Семак [19, с. 53] стверджують, що для більш ефективного впровадження нанотехнологій у створенні екологічно безпечних матеріалів для промисловості України необхідно розробляти нормативні документи щодо комплексної оцінки їхньої безпечності.

**Формулювання цілей статті.** Для виявлення головних екологічних ризиків, що існують у промисловому комплексі України, та пошуку можливих шляхів їх розв'язання під час впровадження нанотехнологій у виробничі процеси нами було сформульовано такі цілі:

- проаналізувати галузі промисловості України та актуальні екологічні ризики для них;
- визначити можливі напрями зменшення негативного впливу промисловості на довкілля;
- запропонувати використання нанотехнологій у різних галузях промисловості для створення екологічно безпечних матеріалів і підвищення ефективності виробництва.

**Методика досліджень.** У статті використано системний підхід, що передбачав аналіз сучасної наукової літератури щодо використання нанотехнологій, вивчення екологічних ефектів від застосування наноматеріалів у промисловості та узагальнення даних про стан розвитку нанотехнологій.

**Результати досліджень.** Було проаналізовано екологічно чутливі сектори економіки України та використання в них нанотехнологій. Було встановлено, що нанотехнології мають значний потенціал для екологічної модернізації промисловості України (табл. 1).

Таблиця 1

**Екологічно чутливі сектори економіки України та використання в них нанотехнологій**

Галузь промисловості	Головні екологічні ризики	Можливі шляхи виправлення ситуації	Використання нанотехнологій у галузі
1	2	3	4
Енергетика	Викиди CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , пилу; радіаційні ризики; утилізація відходів	Декарбонізація; підвищення енергоефективності	Наноматеріали для підвищення ефективності сонячних батарей та акумуляторів
Хімічна та нафтохімічна промисловість	Хімічне забруднення; токсичні відходи; ризики аварій	Запровадження екостандартів; перехід на безпечні реагенти; мінімізація відходів	Нанопільтри для очищення викидів і стічних вод; нанокаталізатори
Агропромисловий комплекс	Ерозія ґрунтів; деградація земель; пестициди; метанові викиди	Органічне і точне землеробство; біогазові установки	Нанодобрива, нанопестициди з контрольованим вивільненням
Машинобудування	Забруднення повітря; CO <sub>2</sub> та NO <sub>x</sub> викиди в містах	Перехід на електротранспорт, енергоощадні технології; зменшення викидів, перероблення відходів; використання нанотехнологій і альтернативних джерел; автоматизація виробництва; розробка нових матеріалів і технологій	Нанопокриття для зниження тертя; наноматеріали для легких конструкцій
Будівництво та інфраструктура	Високе ресурсопоживання; будівельні відходи; зміна ландшафтів	Зелене будівництво, повторне використання матеріалів, енергоефективність	Нанобетон, нанопокриття для підвищення енергоефективності будівель

Закінчення табл. 1

1	2	3	4
Медицина	Медичні відходи (токсичні та біологічно небезпечні); надмірне використання одноразових пластикових матеріалів; потрапляння фармацевтичних препаратів і хімічних речовин у природні водні системи	Сортування та безпечна утилізація медичних відходів за міжнародними стандартами; використання багаторазових стерильних матеріалів; перехід на зелену енергетику в лікарнях; екологічно безпечні фармацевтичні виробництва	Розробка наночастинок для адресної доставки ліків; використання наноматеріалів у діагностиці (біосенсори, наночіпи); нанопокриття для імплантів і хірургічних інструментів; нанотехнології у створенні нових вакцин і терапевтичних засобів
Військово-промисловий комплекс	Забруднення ґрунтів, води й повітря токсичними речовинами під час виробництва та випробувань озброєння; утворення небезпечних відходів від вибухових речовин, палива та мастильних матеріалів; шумове, хімічне та теплове навантаження на довкілля; руйнування екосистем у зонах військових полігонів і бойових дій	Використання менш токсичних матеріалів у виробництві зброї та техніки; впровадження міжнародних стандартів утилізації військових відходів; використання систем моніторингу стану довкілля на військових об'єктах і зонах бойових дій; рекультивация земель після випробувань і бойових дій	Розробка наноматеріалів для легкої та надміцної броні; використання нанопокриттів для зменшення корозії техніки та збільшення її довговічності; створення матеріалів зі зниженою радіолокаційною та інфрачервоною помітністю; використання нанодатчиків і сенсорів для систем спостереження, виявлення газів та/або радіації; нанопаливо та нанозмазки для підвищення ефективності двигунів військової техніки

В енергетичному секторі нанотехнології сприяють зменшенню викидів CO<sub>2</sub> і пилу, мінімізації радіаційних ризиків та шкоди довкіллю, а також можуть розв'язати проблеми утилізації відходів і виснаження ресурсів. Наноструктуровані матеріали підвищують ефективність і стабільність сонячних панелей, паливних елементів та акумуляторів, знижуючи ризик втрат енергії та деградації обладнання [16, с. 164]. Удосконалені технології зберігання енергії на основі наноматеріалів зменшують дефіцит електроенергії та нестабільність у системах відновлюваної енергії. Каталізатори на основі нанотехнологій мінімізують викиди від традиційного виробництва енергії, допомагаючи зменшити ризики для довкілля та здоров'я.

У хімічній і нафтохімічній промисловості головні загрози пов'язані з хімічним забрудненням, накопиченням токсичних відходів, що особливо небезпечно

на застарілих виробництвах через можливість аварій. Нанотехнології можуть посприяти розв'язанню цих проблем [20, с. 52; 21, с. 168]. Наноструктуровані катализатори підвищують ефективність хімічних реакцій, знижують споживання сировини та енергії, а також зменшують утворення шкідливих побічних продуктів. Наноматеріали, зокрема нанофільтри для очищення викидів і стічних вод, зменшують ризик потрапляння шкідливих компонентів у навколишнє середовище [10, с. 90]. Вдосконалені нанокомпозити підвищують стійкість обладнання до корозії та зношування, що знижує ймовірність аварій і промислових витоків.

В аграрному комплексі традиційні добрива та пестициди часто становлять ризик деградації ґрунту, забруднення ґрунтових вод і зниження врожайності. Нанодобрива забезпечують контрольоване вивільнення активних речовин, зменшують екологічні ризики та покращують безпеку харчових продуктів [22, с. 297]. Окрім того, наносенсори для моніторингу ґрунту та рослин допомагають уникнути ризиків, пов'язаних із дисбалансом поживних речовин, дефіцитом води та надмірним використанням хімікатів.

У машинобудуванні нанотехнології мінімізують ризик передчасного зносу, корозії та низької енергоефективності [23, с. 88]. Використання нанопокриттів та наномасил значно подовжує термін служби машин і промислового обладнання, зменшуючи час простою та ймовірність аварій, спричинених зношенням матеріалів. Наноструктуровані сплави та композити покращують механічну міцність, водночас знижуючи вагу, що зменшує ризики структурних руйнувань у транспорті та важкій техніці.

Високе ресурсоспоживання, будівельні відходи та зміна ландшафтів є серйозною загрозою для екологічної ситуації. У будівництві нанотехнології допомагають зменшити ресурсоспоживання, ризики деградації матеріалів, втрат енергії та негативного впливу на довкілля. Наноструктуровані покриття та домішки підвищують міцність, довговічність і водостійкість бетонних, металевих та композитних конструкцій [24, с. 100; 25, с. 97]. Використання наноматеріалів для теплоізоляції та енергоефективних покриттів знижує енергоспоживання будівель, зменшує ризик підвищених витрат енергії та шкідливих викидів CO<sub>2</sub>. Окрім цього, нанокомпозити сприяють зменшенню обсягів будівельних відходів і підвищенню екологічної безпеки будівельних процесів.

У медичній галузі нанотехнології значно знижують ризики неефективної доставки ліків і побічних ефектів. Завдяки розробленню нанорозмірних носіїв ліків і систем цільової доставки, лікарські препарати можуть бути спрямовані до уражених клітин, мінімізуючи системну токсичність, що знижує ймовірність пошкодження органів або побічних імунних реакцій [25; 26, с. 4; 27, с. 79]. Наноструктуровані імпланти та антимікробні покриття знижують ризик інфекцій під час операцій, наносенсори дають змогу проводити ранню діагностику захворювань, що зменшує ймовірність ускладнень на пізніх стадіях.

У військовому секторі нанотехнології допомагають усунути ризики, пов'язані з вразливістю обладнання та персоналу в екстремальних умовах [28, с. 154]. Необхідно зосередитися на розробленні наноматеріалів для легкої та надміцної броні, створенні матеріалів зі зниженою радіолокаційною та інфрачервоною помітністю, застосуванні нанодатчиків і сенсорів для систем спостереження, виявлення газів та/або радіації. Легкі нанокомпозити зміцнюють броню та захисне спорядження без додавання надмірної ваги, зменшують ризик травм на полі бою. Нанопокриття підвищують стійкість військової техніки до корозії та екстремальних температур, знижуючи ризик механічних пошкоджень під час

критичних місій. Нанорозмірні сенсори сприяють зниженню ризиків у системах спостереження та виявлення, покращуючи чутливість до хімічних, біологічних і радіологічних загроз.

У процесі дослідження було виявлено низку бар'єрів, які гальмують впровадження нанотехнологій у промисловість України [2–6]. Провідні країни світу активно підтримують нанотехнології через державні програми для забезпечення економічного розвитку, інноваційної активності та конкурентоспроможності. На жаль, на сьогодні в Україні відсутня комплексна державна стратегія підтримки цієї ініціативи. Вітчизняна промисловість значно відстає від світових лідерів у виробництві та впровадженні наноматеріалів і нанотехнологій, а більшість досліджень фінансуються іноземними фондами [2]. Недостатнє фінансування фундаментальних і прикладних досліджень та відсутність механізмів державної підтримки комерціалізації розробок обмежують створення промислових зразків і розвиток наноіндустрії. Слабка кооперація між промисловими підприємствами та науковими установами, не дає можливості швидко впроваджувати новітні інноваційні наноматеріали у виробництво. Окрім того, українська науково-технічна база не відповідає світовим стандартам через застаріле обладнання та занепад науково-промислових центрів. Недостатнє фінансування зумовлює дефіцит висококваліфікованих кадрів у сфері нанотехнологій, а обмежена участь українських науковців у міжнародних програмах і виставках зменшує доступ до провідних технологій. Це знижує ефективність наукових і виробничих процесів. Усі ці чинники стримують розвиток вітчизняної наноіндустрії та обмежують потенціал України в глобальному конкурентному середовищі.

Для розв'язання цих проблем необхідно розробити та впровадити нормативно-правову базу для проведення стандартизації, сертифікації та безпечного використання наноматеріалів. Міжнародний досвід підтверджує, що інтеграція нанотехнологій у виробництво потребує міждисциплінарного підходу, активних інвестицій та чіткого регулювання безпеки наноматеріалів. З огляду на це, необхідно також звернути увагу на розвиток професійної освіти, створення лабораторій і майстерень, спрямованих на підготовку кваліфікованих кадрів для інноваційних галузей, що є важливим кроком для впровадження нанотехнологій в Україні.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Нанотехнології є одним із ключових інструментів забезпечення екологічної безпеки та підвищення конкурентоспроможності промисловості України. Використання наноматеріалів сприяє зменшенню промислових відходів, зниженню рівня шкідливих викидів, підвищенню енергоефективності та довговічності конструкцій. Головними перешкодами для їхнього широкого впровадження залишаються фінансові, нормативно-правові та організаційні чинники.

Нанотехнології можуть стати важливим чинником екологічної модернізації промисловості України, якщо їхній розвиток буде підкріплений науково-технічною політикою та державними інвестиціями. У процесі визначення напрямку розвитку нанотехнологій в Україні необхідно зважати на досвід тих країн, де вони розвиваються вже тривалий час.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Проценко І. Ю., Шумакова Н. І. Наноматеріали і нанотехнології в електроніці: підручник. 2-ге вид., допов. Суми: Сумський державний університет, 2024. 169 с. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/95197/1/Protsenko.pdf> (дата звернення: 12.09.2025).

2. Кисельова О. І. Нанотехнології та їх вплив на ринок праці: ризики для України. *Scientific notes of Lviv University of Business and Law*. 2021. № 28. С. 298–304. URL: <https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/431> (дата звернення: 12.09.2025).
3. Павлова Д. А. Європейський ринок нанотехнологій та місце України на ньому. *Євроінтеграційний вектор економічного зростання України: зб. матеріалів студентської наук.-практ. Інтернет-конф.* (Київ, 21 листоп. 2024 р.). Київ: КНЕУ, 2024. 198 с. URL: [https://kneu.edu.ua/userfiles/conference\\_MEiM\\_21/11/2024/24-5877\\_gotova.pdf#page=107](https://kneu.edu.ua/userfiles/conference_MEiM_21/11/2024/24-5877_gotova.pdf#page=107) (дата звернення: 12.09.2025).
4. Мельник Т. Ю. Державна підтримка та стимулювання розвитку бізнесу в Україні під час дії воєнного стану. *Економіка, управління та адміністрування*. 2022. № 2 (100). С. 3–11. DOI: [https://doi.org/10.26642/ema-2022-2\(100\)-3-11](https://doi.org/10.26642/ema-2022-2(100)-3-11) (дата звернення: 12.09.2025).
5. Нікітін Д. В. Диспозиція України на ринку нанотехнологій. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2024. Вип. 2 (43). URL: <http://srd.pgasa.dp.ua:8080/handle/123456789/13290> (дата звернення: 12.09.2025).
6. Пушкар Г. О., Пахолюк О. В. Стан і перспективи розвитку нанонауки, нанотехнологій та ринку нанопродукції в Україні та світі. *Сучасні напрями розвитку економіки, підприємництва, технологій та їх правового забезпечення: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.* Львів: Вид-во Львівського торговельно-економічного університету, 2023. 420 с. URL: <https://surl.li/xtoedz> (дата звернення: 12.09.2025).
7. Кравчик Ю. Розвиток нанотехнологій у контексті глобальних ринкових трендів: перспекти Індустрії 5.0. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic sciences*. 2024. № 328 (2). С. 448–453. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-328-66> (дата звернення: 12.09.2025).
8. Забулонов Ю. Л., Мельниченко Т. І., Кадошніков В. М., Писанська І. Р., Одукалець Л. А., Петренко О. Д. Екологічні аспекти відновлення довкілля: нанотехнології видалення з води мікро- та нанопластиків. *Environment & Health*. 2023. № 4 (109). Р. 60–67. DOI: <https://doi.org/10.32402/dovkil2023.04.060> (date of access: 12.09.2025).
9. Кислова О. В. Особливості та перспективи розвитку нанокаталізаторів. *Технології та інжиніринг*. 2022. № 5 (10). С. 35–42. DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2022.5.4> (дата звернення: 12.09.2025).
10. Rozhdestvenska L., Kudelko K., Kolomiets Y., Dzyazko Y., Ogenko V. Membranes functionalized with 1d, 2d and 3d carbon materials. *Ukrainian Chemistry Journal*. 2021. № 87 (4). Р. 79–110. DOI: <https://doi.org/10.33609/2708-129X.87.04.2021.79-110> (date of access: 12.09.2025).
11. Трачевський В. В., Файнлейб О. М. Модифікування цементобетонних сумішей полімерними добавками, структурованими вуглецевими нанотрубками. *Polymer Journal / Polymernyi Zhurnal*. 2022. Т. 44, № 2. URL: <http://jnas.nbu.gov.ua/uk/article/UJRN-0001379674> (дата звернення: 12.09.2025).
12. Baibara O., Radchenko M., Ievtushenko A., Stelmakh Y., Krushynska L., Zajarniuk T., Story T. Features and theoretical analysis of electric and thermoelectric properties of Co/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Co/SiO<sub>2</sub> and Co/TiO<sub>2</sub> ferromagnetic nanocomposites in the low-temperature region. *HighMatTech-2023* (Kyiv, Ukraine, October 2–6, 2023). Р. 34. URL: <https://surl.lu/riocsu> (date of access: 12.09.2025).
13. Мороз Л. В. Модифікація в'язучих та бетонів шляхом нанотехнологій. Огляд досягнень. *Металознавство та термічна обробка металів*. 2020. № 3 (90). С. 44–51. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/6821/1/2.pdf> (дата звернення: 12.09.2025).
14. Яровий Р. М., Дербаба В. А. Застосування нанотехнологій в машинобудуванні. *Молодь: наука та інновації: матеріали XI Міжнар. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених* (Дніпро, 22–24 листоп. 2023 р.): у 2-х т. Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2023. Т.

1. 474 с. URL: <https://rmv.nmu.org.ua/ua/arkhiv-zbirok-konferentsiy/molod-nauka-ta-innovatsii-2023/molod-2023-vol1.pdf> (дата звернення: 12.09.2025).

15. Манохін А. С., Клименко С. А., Береснев В. М., Столбовой В. А., Клименко С. А., Мельничук Ю. О., Рижов Ю. Е., Li D., Wang H. Інтенсивність зношування різальних інструментів, оснащених PсBN із наночаровими захисними покриттями. *Надтверді матеріали*. 2020. № 6. С. 74–84. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/sm\\_2020\\_6\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/sm_2020_6_11) (дата звернення: 12.09.2025).

16. Kuzyk N., Kutsiy S. Optimization of the perovskite solar cell structure. *Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія*. 2024. Вип. 4, № 1. С. 163–171. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2024/may/34548/paper17.pdf> (date of access: 12.09.2025).

17. Дидів І., Дидів О., Дидів А., Юзьків М. Вплив нового комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М на урожайність та якість капусти цвітної. *Інноваційні розробки молоді в сучасному овочівництві: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених* (3 жовт. 2019 р.). 2020. С. 32–33. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau\\_act\\_2021\\_25\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2021_25_21) (дата звернення: 12.09.2025).

18. Саліхова О. Б., Гончаренко Д. О. Концептуальні засади стратегії розвитку високотехнологічної індустрії лікарських засобів та медичних виробів в Україні до 2030 р. *Бізнес Інформ*. 2020. № 7. С. 28–35. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf\\_2020\\_7\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2020_7_5) (дата звернення: 12.09.2025).

19. Пахолук О. В., Пушкар Г. О., Галик І. С., Семак Б. Д. Оцінка економічних аспектів розвитку нанонауки, нанотехнологій та ринку нанопродукції в Україні у XXI столітті. *Товарознавчий вісник*. 2021. Т. 1, № 14. С. 238–248. URL: <https://scispace.com/pdf/otsinka-ekonomichnikh-aspektiv-rozvitku-nanonauki-3brkyni2mr.pdf> (дата звернення: 12.09.2025).

20. Пушкар Г. О., Галик І. С., Семак Б. Д. Обґрунтування доцільності формування в Україні окремого ринку нанотекстилю та вдосконалення методів оцінки ефективності його функціонування. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2020. Вип. 24. С. 50–57. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vlteu\\_2020\\_24\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vlteu_2020_24_9) (дата звернення: 12.09.2025).

21. Новописьмений С. А. Управління інноваційними хімічними дослідженнями: стратегічні підходи до розвитку нанотехнологій та їх практичне застосування. *XVIII Полтавські хімічні читання: зб. наук. праць Всеукр. наук.-практ. конф.* (Полтава, 12–13 берез. 2025 р.). Полтава: Редакційно-видавничий відділ ПНПУ ім. В. Г. Короленка, 2025. 303 с. URL: <http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/%D0%9A%D0%9D%D0%98%D0%93%D0%90%202025.pdf> (дата звернення: 12.09.2025).

22. Соломонова В. В., Волкова А. С., Коваленко О. Р. Нанотехнології – крок до прибуткового аграрного бізнесу. *Браславські читання. Економіка XXI століття: національний та глобальний виміри: зб. матеріалів II Міжнар. наук.-практ. конф.* (Одеса, 06 листоп. 2024 р.). Одеса: ОДАУ, 2024. 394 с.

23. Урбанський А. О., Антонюк І. О. Застосування нанотехнологій в автомобільній промисловості. *Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доп. XIII Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів*. 2024. С. 89–90. URL: [https://m.tntu.edu.ua/storage/pages/00001070/TNTU\\_Aktualni\\_zadachi\\_suchasnyh\\_tehnologiy\\_2024.pdf](https://m.tntu.edu.ua/storage/pages/00001070/TNTU_Aktualni_zadachi_suchasnyh_tehnologiy_2024.pdf) (дата звернення: 12.09.2025).

24. Голик Й., Кайнц Д., Вантюх Д. Різновиди наноматеріалів та можливості їх використання у будівництві. *Містобудування та територіальне планування*. 2023. № 82. С. 95–113. DOI: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.82.95-113> (дата звернення: 12.09.2025).

25. Duriagina Z., Holyaka R., Tepla T., Kulyk V., Arras P., Eyngorn E. Identification of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles biomedical purpose by magnetometric methods. *Biomaterials in Regenerative Medicine*. 2018. Chapter 17. P. 379–407. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.69717> (date of access: 12.09.2025).

26. Medvedovska N. V., Shekera O. G., Ovsyannikova L. M. Медична наука: виклики сьогодення та актуальні вектори розвитку. *Health of Society*. 2022. Т. 11, № 1. С. 1–5. DOI: 10.22141/2306-2436.11.1.2022.285 (дата звернення: 12.09.2025).

27. Важнича О. М., Семака О. В., Власенко Н. О., Дев'яткіна Н. М. Функціоналізація та особливості біомедичного застосування наночастинок магнетиту. *Фармакологія та лікарська токсикологія*. 2022. Т. 16, № 2. С. 75–87. DOI: <https://doi.org/10.33250/16.02.075> (дата звернення: 12.09.2025).

28. Кваша Т., Коваленко О. Технологічні тренди у сфері нових матеріалів для енергетики та військової сфери. *Grail of Science*. 2022. № 12–13. С. 154–163. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.29.04.2022.023> (дата звернення: 12.09.2025).

Дата першого надходження рукопису до видання: 10.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

УДК 502.1:316.42

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.35>

## ПІДХОДИ ДО КІЛЬКІСНОГО ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ: ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ІНДЕКСУ

**Чікірякін К.В.** – аспірант кафедри хімічної техніки та промислової екології,  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
[orcid.org/0009-0008-9945-4809](https://orcid.org/0009-0008-9945-4809)

**Шестопапов О.В.** – к.т.н., професор,  
завідувач кафедри хімічної техніки та промислової екології  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
[orcid.org/0000-0001-6268-8638](https://orcid.org/0000-0001-6268-8638)

У статті здійснено комплексний аналіз сучасних підходів до кількісного оцінювання рівня екологічної культури населення як складного, багатовимірного соціокультурного феномена, що формується під впливом освітніх, соціальних, економічних та інституційних чинників. Обґрунтовано, що традиційні якісні методи дослідження, а також використання окремих показників або фрагментарних індикаторів не забезпечують цілісного відображення системного характеру екологічної культури, яка проявляється на перетині екологічних знань, ціннісних орієнтацій, моделей поведінки, рівня екологічної відповідальності та залученості до суспільних практик сталого розвитку.

Проаналізовано індикаторний, шкальний та індексний підходи до кількісного вимірювання екологічної культури населення, визначено їх методологічні засади, аналітичні можливості та обмеження застосування. Показано, що індикаторні й шкальні методи є доцільними на етапах первинного збору та опису даних, проте мають обмежений потенціал для узагальнення результатів і міжтериторіальних порівнянь. Особливу увагу приділено індексному підходу як найбільш перспективному інструменту інтеграції різномірних кількісних і якісних характеристик екологічної культури в єдиний узагальнювальний показник.

Доведено доцільність використання інтегрального індексу екологічної культури як універсального інструменту системного аналізу та оцінювання соціоекологічних процесів. Сформульовано ключові методологічні принципи його побудови, зокрема багатовимірність, репрезентативність показників, нормалізацію даних, прозорість алгоритмів розрахунку та порівнюваність отриманих результатів у часовому й просторовому вимірах. Показано, що застосування індексного підходу розширює аналітичні можливості для міжрегіонального та міжгрупового аналізу, дозволяє виявляти диспропорції у формуванні екологічної культури та обґрунтовувати управлінські рішення у сфері екологічної освіти, екологічної політики й моніторингу сталого розвитку.

**Ключові слова:** екологічна культура, кількісне оцінювання, індикаторний підхід, інтегральний індекс, сталий розвиток.

### **Chykyriakin K. V., Shestopalov O. V. Approaches to quantitative assessment of environmental culture level: formation of an integral index**

The article provides a comprehensive analysis of contemporary approaches to the quantitative assessment of the level of environmental culture of the population as a complex, multidimensional socio-cultural phenomenon formed under the influence of educational, social, economic, and institutional factors. It is substantiated that traditional qualitative research methods, as well as the use of individual indicators or fragmented measures, do not ensure a holistic representation of the systemic nature of environmental culture, which manifests at the intersection of environmental knowledge, value orientations, behavioral patterns, the level of environmental responsibility, and involvement in societal practices of sustainable development.

© Чікірякін К.В., Шестопапов О.В., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

*Indicator-based, scale-based, and index-based approaches to the quantitative measurement of environmental culture are analyzed, and their methodological foundations, analytical capabilities, and limitations are identified. It is shown that indicator and scale methods are appropriate at the stages of primary data collection and descriptive analysis; however, they have limited potential for result generalization and interterritorial comparisons. Particular attention is paid to the index approach as the most promising tool for integrating heterogeneous quantitative and qualitative characteristics of environmental culture into a single composite measure.*

*The expediency of using an integral environmental culture index as a universal instrument for systemic analysis and assessment of socio-environmental processes is substantiated. The key methodological principles for its construction are formulated, including multidimensionality, representativeness of indicators, data normalization, transparency of calculation algorithms, and comparability of results across temporal and spatial dimensions. It is demonstrated that the application of the index approach expands analytical opportunities for interregional and intergroup analysis, enables the identification of disparities in the formation of environmental culture, and supports evidence-based managerial decision-making in the fields of environmental education, environmental policy, and sustainable development monitoring.*

**Key words:** *environmental culture; quantitative assessment; indicator approach; integral index; sustainable development.*

**Актуальність теми дослідження.** Поглиблення глобальних екологічних проблем та посилення антропогенного навантаження на довкілля актуалізують необхідність переходу до моделей сталого розвитку, в яких провідну роль відіграють не лише технологічні й економічні чинники, а й соціокультурні передумови екологічно відповідальної поведінки. У цьому контексті екологічна культура розглядається як один із ключових чинників забезпечення сталого розвитку, що визначає готовність суспільства до прийняття екологічних норм, підтримки природоохоронної політики та реалізації сталих практик у повсякденному житті [1, с. 2].

Попри зростання уваги до проблеми екологічної культури, у наукових дослідженнях досі переважають якісні або фрагментарні кількісні підходи до її аналізу. Найчастіше використовуються окремі показники рівня екологічної обізнаності, екологічних установок або поведінкових практик, що не дозволяє сформувати цілісне уявлення про стан екологічної культури в суспільстві [2, с. 5]. Відсутність узагальнених кількісних інструментів суттєво обмежує можливості порівняльного аналізу, унеможливорює системний моніторинг і знижує практичну цінність результатів для потреб управління сталим розвитком [3, с. 6].

У зв'язку з цим актуалізується потреба у формуванні методологічно обґрунтованих підходів до кількісного оцінювання екологічної культури, здатних інтегрувати різноманітні соціокультурні характеристики в єдиний аналітичний інструмент.

**Постановка проблеми.** Проблематика екологічної культури посідає важливе місце у сучасних міждисциплінарних дослідженнях, охоплюючи екологію, соціологію, педагогіку, економіку та публічне управління. У міжнародному науковому дискурсі екологічна культура найчастіше розглядається як передумова досягнення Цілей сталого розвитку, зокрема у частині зміни моделей споживання, участі громадян у природоохоронних ініціативах та підтримки екологічної політики [4, с. 7].

Значний внесок у вивчення екологічної свідомості та поведінки населення зроблено в рамках міжнародних соціологічних програм, таких як World Values Survey та Eurobarometer, результати яких засвідчують стійкий зв'язок між рівнем екологічних знань, ціннісних орієнтацій і практичної поведінки [5, с. 9]. Водночас зазначені дослідження переважно фіксують окремі аспекти екологічної культури, не пропонуючи інструментів для їх інтегрального кількісного узагальнення.

У працях зарубіжних авторів значна увага приділяється індикаторному та шкальному підходам до вимірювання екологічної культури та екологічно значущої

поведінки [6, с. 1]. Ці підходи дозволяють здійснювати деталізований аналіз окремих компонентів, проте мають обмежений потенціал для міжрегіональних порівнянь і системного моніторингу.

У межах індексних моделей сталого розвитку культурний компонент часто включається опосередковано або розглядається як допоміжний, що знижує аналітичну повноту таких моделей [7, с. 2]. Це зумовлює необхідність подальшого розвитку методології кількісного оцінювання екологічної культури саме як самостійного соціокультурного явища.

**Методика досліджень.** Методологічною основою дослідження слугує системний підхід, який дозволяє розглядати екологічну культуру як цілісну сукупність взаємопов'язаних когнітивних, ціннісних, поведінкових і соціально-інституційних компонентів. У роботі використано методи порівняльного аналізу, логічного узагальнення та індексного моделювання, що широко застосовуються у дослідженнях сталого розвитку [8, с. 4].

Для оцінювання можливостей кількісного вимірювання екологічної культури проаналізовано індикаторний, шкальний та індексний підходи, з урахуванням їхньої здатності відображати багатовимірний характер досліджуваного явища. Особливу увагу приділено питанням нормалізації показників, що забезпечує зіставність даних, отриманих у різних шкалах вимірювання.

Формування інтегрального індексу ґрунтується на принципах прозорості методики, обґрунтованості вибору компонентів і стабільності результатів. Для підвищення надійності оцінювання враховано підходи до аналізу чутливості композитних індикаторів, що дозволяє мінімізувати вплив окремих показників на загальне значення індексу [9, с. 6].

**Результати досліджень.** Результати проведеного аналізу свідчать, що індикаторний підхід, попри свою методичну простоту, доступність і широку поширеність у прикладних соціоекологічних дослідженнях, не забезпечує комплексного відображення рівня екологічної культури населення. Це зумовлено тим, що окремі показники фіксують ізольовані характеристики екологічної свідомості чи поведінки та не враховують системні взаємозв'язки між когнітивними, ціннісними та поведінковими компонентами екологічної культури [10, с. 4]. Унаслідок цього результати оцінювання мають фрагментарний характер, ускладнюють інтерпретацію соціоекологічних процесів і характеризуються обмеженою аналітичною цінністю для формування довгострокових управлінських рішень і стратегічного планування у сфері сталого розвитку.

Шкальні методи, які ґрунтуються на використанні стандартизованих шкал оцінювання, дають змогу більш детально досліджувати ціннісно-мотиваційні установки, рівень екологічної відповідальності та суб'єктивні установки респондентів щодо природоохоронної діяльності. Водночас їх практичне застосування супроводжується низкою методологічних обмежень, зокрема складністю уніфікації шкал, чутливістю до соціокультурного контексту та обмеженою порівнюваністю результатів між різними соціальними групами, регіонами та часовими періодами, що істотно звужує можливості використання отриманих даних у системах моніторингу та оцінювання ефективності екологічної політики [6, с. 6].

Індексний підхід, на відміну від індикаторного та шкального методів, забезпечує інтеграцію різнорідних кількісних і якісних показників у межах єдиної аналітичної моделі. Це дозволяє не лише здійснювати узагальнену оцінку загального рівня екологічної культури населення, а й ідентифікувати структурні дисбаланси між її окремими компонентами, зокрема між рівнем екологічних знань,

сформованістю ціннісних орієнтацій та реальною екологічно відповідальною поведінкою. Застосування інтегрального індексу створює науково обгрунтовані передумови для оцінювання ефективності державної та регіональної екологічної політики, програм екологічної освіти, інформаційно-комунікаційних стратегій і заходів з формування екологічної культури населення, а також для прийняття обгрунтованих управлінських рішень у контексті досягнення цілей сталого розвитку [7, с. 3].

**Висновки.** Екологічна культура є складним багатовимірним соціокультурним феноменом, що формується під впливом взаємопов'язаних когнітивних, ціннісних, поведінкових і соціально-інституційних чинників, а її адекватне дослідження потребує застосування комплексних підходів до кількісного оцінювання. Проведений аналіз теоретичних і методологічних підходів засвідчив, що використання індикаторних і шкальних методів, попри їх поширеність у соціоекологічних дослідженнях, не забезпечує цілісного відображення системного характеру екологічної культури та має обмежені можливості для здійснення порівняльного аналізу між соціальними групами, регіонами й часовими періодами.

Обгрунтовано, що інтегральний індекс є методологічно виваженим та ефективним інструментом узагальнення різномірних соціокультурних характеристик екологічної культури, який дозволяє структурувати складні багатовимірні дані, мінімізувати інформаційну фрагментарність і забезпечити аналітичну порівнюваність результатів [26–28]. Індексний підхід створює умови для комплексного аналізу внутрішньої структури екологічної культури, виявлення дисбалансів між її окремими компонентами та оцінювання їх взаємного впливу.

Застосування інтегрального індексу розширює аналітичні можливості міжрегіонального та міжгрупового аналізу, а також формує підґрунтя для системного моніторингу динаміки екологічної культури населення у контексті реалізації принципів сталого розвитку. Запропонований методологічний підхід має вагому практичну цінність для обгрунтування управлінських рішень у сфері екологічної політики, удосконалення системи екологічної освіти, підвищення ефективності інформаційно-комунікаційних стратегій, а також для подальших емпіричних досліджень і розроблення прикладних інструментів оцінювання екологічної культури на різних рівнях соціальної організації.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. United Nations. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>.
2. Sachs J. D. The Age of Sustainable Development. – New York : Columbia University Press, 2015. 543 p.
3. OECD. Education for Environmental Sustainability: Policies and Approaches. Paris: OECD Publishing, 2021. URL: <https://www.oecd.org/education/>.
4. OECD. Environmental Performance Reviews. Paris : OECD Publishing, 2020. – URL: <https://www.oecd.org/environment/country-reviews/>.
5. World Values Survey Association. World Values Survey Wave 7 (2017–2022). Madrid : World Values Survey Association, 2022. URL: <https://www.worldvaluessurvey.org/WVSDocumentationWV7.jsp>.
6. European Commission. Special Eurobarometer 501: Attitudes of Europeans towards the Environment. – Brussels : European Commission, 2021. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9a97b30e-15cb-11ec-b4fe-01aa75ed71a1>.

7. United Nations Development Programme. Human Development Report 2020: The Next Frontier – Human Development and the Anthropocene. – New York: UNDP, 2020. URL: <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2020>.

8. Wolf M. J., Emerson J. W., Esty D. C., de Sherbinin A., Wendling Z. A. та ін. Environmental Performance Index 2022. New Haven : Yale Center for Environmental Law & Policy, 2022. URL: <https://epi.yale.edu/epi-results/2022/component/epi>.

9. Costanza R., Daly L., Fioramonti L. Modelling and measuring sustainable wellbeing in connection with the UN Sustainable Development Goals // Ecological Economics. 2016. Vol. 130. P. 350–355. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2016.07.009.

10. Otto I. M., Donges J. F., Cremades R. Social tipping dynamics for stabilizing Earth's climate by 2050 // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2020. Vol. 117, № 5. P. 2354–2365. DOI: 10.1073/pnas.1900577117.

Дата першого надходження рукопису до видання: 19.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025

---

## ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Бетлінська Т.В.....	213	Рудік О.Л. ....	111
Василенко Л.С. ....	64	Самойленко Н.М. ....	223
Василінич Т.М. ....	135	Себко В.В. ....	233
Вербельчук С.П. ....	191	Семенюк С.К. ....	243
Вербельчук Т.В. ....	191	Сидорак Р.В. ....	251
Гадаєва Ю.С. ....	223	Слободяник Г.Я. ....	64
Господаренко Г.М. ....	104	Слюсар М.В. ....	183
Деребон І.Ю. ....	24	Созикін А.В. ....	33
Деревенець-Шевченко К.А. ....	127	Станкевич С.В. ....	48
Доля М.М. ....	18	Степаненко Б.В. ....	158
Євстафієва Ю.М. ....	205	Столяр С.Г. ....	24
Жукова Л.В. ....	48	Суярко Б.Я. ....	56
Забродіна І.В. ....	48	Тараненко А.О. ....	259
Забродський Н.П. ....	169	Тернавський А.Г. ....	64
Кобернюк В.В. ....	169	Титаренко А.І. ....	223
Корбич Н.М. ....	176	Ткачук В.П. ....	218
Косташ В.Б. ....	218	Ткачук О.О. ....	135
Крайна М. А. ....	83	Триус В.О. ....	72
Куц О.В. ....	119	Тронько А.В. ....	147
Лико Д.В. ....	83	Троян Б.М. ....	259
Любенко О.І. ....	176	Трус О.М. ....	270
Мамченко В.Ю. ....	183	Усатюк О.В. ....	97
Матюха В.Л. ....	127	Фурманець О.А. ....	83
Меленті В.О. ....	48	Харитоненко Г.І. ....	270
Мороз А.О. ....	127	Хоміна В.Я. ....	91
Мотузна О.Є. ....	243	Черних С.А. ....	127
Мулярчук О.І. ....	3	Черно О.Д. ....	97
Мурач О.М. ....	72	Чикін І.В. ....	104
Невідничий О.С. ....	10	Чікірякін К.В. ....	281
Невмержицький Д.В. ....	191	Чуган В.В. ....	111
Новожилова Т.Б. ....	233	Шапко М.О. ....	119
Нус І.Б. ....	233	Швиденко І.М. ....	48
Овчарук В.І. ....	205	Шевченко С.М. ....	127
Овчарук О.В. ....	205	Шевчук О.А. ....	135
Олійник Ю.А. ....	91	Шестопалов О.В. ....	281
Омельчук С.В. ....	64	Юрченко С.О. ....	147, 158
Палазюк Б.О. ....	147	Mashchenko Yu. V. ....	39
Погиба В.О. ....	18	Shyshkin V. M. ....	142
Приліпко Т.М. ....	213, 218	Sokolovska I. M. ....	39
Різак Г.В. ....	270	Stankevich S. V. ....	142
Руденко Ю.Ф. ....	24	Zhukova L. V. ....	142

## ЗМІСТ

<b>ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО</b> .....	3
<b>Мулярчук О.І.</b> Урожайність товарної продукції та біохімічний склад зерна гороху овочевого в умовах Лісостепу Західного .....	3
<b>Невідничий О.С.</b> Особливості вирощування алтеї лікарської в Україні за сучасних умов .....	10
<b>Погиба В.О., Доля М.М.</b> Особливості формування продуктивності гібридів кукурудзи за функціонування ґрунтоживучих комах-фітофагів при ресурсоощадних системах обробітку ґрунту в Лісостепу України.....	18
<b>Руденко Ю.Ф., Столяр С.Г., Деревон І.Ю.</b> Господарська оцінка найбільш поширених гібридів кукурудзи в центральній та північній частині Житомирщини .....	24
<b>Созикін А.В.</b> Урожайність та економічна доцільність вирощування сортів васильків справжніх залежно від строку та густоти висаджування розсади .....	33
<b>Sokolovska I.M., Mashchenko Yu.V.</b> Productivity and economic efficiency of buckwheat cultivation depending on fertilization systems in the conditions of the Northern Steppe .....	39
<b>Станкевич С.В., Швиденко І.М., Забродіна І.В., Жукова Л.В., Меленті В.О.</b> Шкідники та хвороби хризантем в Україні: розширений огляд.....	48
<b>Суюрко Б.Я.</b> Розробка технології сирників на основі сиркових паст з додаванням порошку зеленого чаю (матча).....	56
<b>Тернавський А.Г., Слободяник Г.Я., Омельчук С.В., Василенко Л.С.</b> Деякі фактори формування раннього урожаю <i>Cucumis sativus</i> в умовах Лісостепу України.....	64
<b>Триус В.О., Мурач О.М.</b> Ефективність біодобрив у стимулюванні формування симбіотичного апарату сої.....	72
<b>Фурманець О.А., Лико Д.В., Крайна М. А.</b> Інтерпретація даних аналізу вмісту фосфору ґрунту за різних методик його визначення .....	83
<b>Хоміна В.Я., Олійник Ю.А.</b> Урожайність різностиглих сортів сої залежно від способів сівби та норм висіву насіння в умовах Лісостепу Західного .....	91
<b>Черно О.Д., Усатюк О.В.</b> Продуктивність різних гібридів соняшнику за різної густоти посіву .....	97
<b>Чикін І.В., Господаренко Г.М.</b> Зміна агрохімічних властивостей чорнозему опідзоленого за різних систем удобрення в сівозміні .....	104
<b>Чуган В.В., Рудік О.Л.</b> Особливості росту, розвитку та формування урожаю зерна сортів проса посівного при післяжнивному вирощуванні за різних норм висіву .....	111
<b>Шапко М.О., Куц О.В.</b> Ефективність різних способів підготовки насіння помідору за органічних підходів .....	119
<b>Шевченко С.М., Деревенець-Шевченко К.А., Матюха В.Л., Мороз А.О., Черних С.А.</b> Сучасний стан, проблеми та перспективи застосування інокулянтів і фунгіцидних протруйників при вирощування гороху .....	127
<b>Шевчук О.А., Ткачук О.О., Василінич Т.М.</b> Формування продуктивності <i>Cicer arietinum</i> L. за використання регуляторів росту та розвитку рослин.....	135

<b>Shyshkin B.M., Zhukova L.V., Stankevich S.V.</b> Analysis of wax and sugar corn hybrids for resistance to adverse environmental factors.....	142
<b>Юрченко С.О., Палазюк Б.О., Тронько А.В.</b> Вплив біостимуляторів на урожайність і якість зерна пшениці м'якої озимої ( <i>Triticum aestivum</i> L.).....	147
<b>Юрченко С.О., Степаненко Б.В.</b> Формування урожайності гібридів кукурудзи на зерно залежно від густоти стояння рослин.....	158
<b>ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ.....</b>	169
<b>Кобернюк В.В., Забродський Н.П.</b> Оцінка результативності індексного добору корів у племінному стаді голштинської породи данської селекції.....	169
<b>Любенко О.І., Корбич Н.М.</b> Комплексне застосування вітамінів А і Е у годівлі перепелів та його вплив на інкубаційні показники .....	176
<b>Мамченко В.Ю., Слюсар М.В.</b> Особливості годівлі службових собак під час пошуку людей під завалами .....	183
<b>Невмержицький Д.В., Вербельчук С.П., Вербельчук Т.В.</b> Оптимізація технологічних параметрів виробництва органічних харчових яєць в умовах Житомирського Полісся .....	191
<b>Овчарук В.І., Овчарук О.В., Євстафієва Ю.М.</b> Вплив строків сівби, сорту кормових буряків на фенологічні фази росту і розвитку рослин в умовах Правобережного Лісостепу України .....	205
<b>Приліпко Т.М., Бетлінська Т.В.</b> Вплив стресу на молочну продуктивності корів .....	213
<b>Ткачук В.П., Косташ В.Б., Приліпко Т.М.</b> Виробнича перевірка оптимальної дози кормової пробіотичної добавки «Біомагн» в раціоні телят.....	218
<b>ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА.....</b>	223
<b>Самойленко Н.М., Гадаєва Ю.С., Титаренко А.І.</b> Біодеградація полілактиду та композитів на його основі місцевими мікроорганізмами.....	223
<b>Себко В.В., Нус І.Б., Новожилова Т.Б.</b> Багатопараметровий метод контролю параметрів стічних вод підприємств овочевої консервації.....	233
<b>Семенюк С.К., Мотузна О.Є.</b> Підбір асортименту рослин різного функціоналу для озеленення дошкільних навчальних закладів.....	243
<b>Сидорак Р.В.</b> Ефективність вселення підрощеної молоді білого дністровського рака ( <i>Pontastacus eichwaldi bessarabicus</i> ) у природну акваторію озера Кугурлуй.....	251
<b>Тараненко А.О., Троян Б.М.</b> Аналіз вуглецевих послуг водно-болотних угідь у контексті зміни клімату .....	259
<b>Трус О.М., Харитоненко Г.І., Різак Г.В.</b> Використання нанотехнологій у створенні екологічно безпечних матеріалів для промисловості України.....	270
<b>Чікірякін К.В., Шестопалов О.В.</b> Підходи до кількісного оцінювання рівня екологічної культури: формування інтегрального індексу.....	281

## CONTENTS

<b>AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING</b> .....	3
<b>Muliarchuk O.I.</b> Yield of Marketable Products and Biochemical Composition of Vegetable Pea Grain in the Western Forest-Steppe.....	3
<b>Nevidnychi O.S.</b> Modern approaches to the cultivation of <i>Althaea officinalis</i> L. in Ukraine.....	10
<b>Pohyba V.O., Dolia M.M.</b> Features of Yield Formation in Maize Hybrids under the Influence of Soil-Dwelling Phytophagous Insects in Resource-Saving Tillage Systems in the Forest-Steppe of Ukraine.....	18
<b>Rudenko Yu.F., Stolyar S.H., Derebon I.Yu.</b> Economic evaluation of the most common corn hybrids in the central and northern parts of the Zhytomyr region.....	24
<b>Sozykin A.V.</b> Yield and economic feasibility of growing sweet basil varieties depending on the timing and planting density of seedlings.....	33
<b>Sokolovska I.M., Mashchenko Yu.V.</b> Productivity and economic efficiency of buckwheat cultivation depending on fertilization systems in the conditions of the Northern Steppe .....	39
<b>Stankevych S.V., Shvidenko I.M., Zabrodina I.V., Zhukova L.V., Melenti V.O.</b> Pests and diseases of chrysanthemums in Ukraine: extended overview.....	48
<b>Suiarko B.Ya.</b> Matcha Green Tea Powder as a Functional Ingredient: International Practices and Opportunities for Ukraine.....	56
<b>Ternavskiy A.H., Slobodiyank H.Ya., Omelchuk S.V., Vasylenko L.S.</b> Some factors of early yield formation of <i>Cucumis sativus</i> L. under Forest-Steppe conditions of Ukraine.....	64
<b>Trius V.O., Murach O.M.</b> Effectiveness of biofertilizers in stimulating the formation of the soybean symbiotic apparatus .....	72
<b>Furmanets O.A., Lyko D.V., Krayna M.A.</b> Interpretation of soil phosphorus content analysis data which obtained with different methods of its determination .....	83
<b>Khomina V.Ya., Oliinyk Yu.A.</b> Yield of soybean varieties of different maturity groups depending on sowing methods and seeding rates under the conditions of the Western Forest-Steppe .....	91
<b>Cherno O.D., Usatiuk O.V.</b> Productivity of different sunflower hybrids at different sowing densities.....	97
<b>Chykin I.V., Hospodarenko H.M.</b> Changes in the agrochemical properties of podzolized chernozem under various fertilization systems in crop rotation .....	104
<b>Chuhan V.V., Rudik O.L.</b> Growth, development, and grain yield formation of Proso millet varieties under post-harvest cultivation at different seeding rates .....	111
<b>Shapko M.O., Kuts O.V.</b> The effectiveness of different methods of preparing tomato seeds using organic approaches .....	119
<b>Shevchenko S.M., Derevenets-Shevchenko K.A., Matiukha V.L., Moroz A.O., Chernykh S.A.</b> Current status, problems and prospects of the use of inoculates and fungicidal antioquicids in pea growing.....	127
<b>Shevchuk O.A., Tkachuk O.O., Vasylynych T.M.</b> Formation of Productivity in <i>Cicer arietinum</i> L. under the Use of Plant Growth and Development Regulators .....	135

<b>Shyshkin B.M., Zhukova L.V., Stankevich S.V.</b> Analysis of wax and sugar corn hybrids for resistance to adverse environmental factors.....	142
<b>Yurchenko S.O., Palaziuk B.O., Tronko A.V.</b> The influence of biostimulants on the yield of soft winter wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L.) .....	147
<b>Yurchenko S.O., Stepanenko B.V.</b> Formation of grain yield in maize hybrids depending on plant density .....	158
<b>ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS</b> .....	169
<b>Koberniuk V.V., Zabrodskiy N.P.</b> Assessment of the effectiveness of index selection of cows in the breeding herd of the Holstein breed of Danish selection .....	169
<b>Liubenko O.I., Korbych N.M.</b> Combined Use of Vitamins A and E in Quail Nutrition and Its Effect on Reproductive and Incubation Parameters .....	176
<b>Mamchenko V.Yu., Slyusar M.V.</b> Features of feeding service dogs during searching for people under rubble .....	183
<b>Nevmerzhytskyi D.V., Verbelchuk S.P., Verbelchuk T.V.</b> Optimization of technological parameters for organic food egg production in the Zhytomyr Polissya region .....	191
<b>Ovcharuk V.I., Ovcharuk O.V., Ievstafieva I.M.</b> Influence of sowing times and variety of fodder beet on phenological phases of plant growth and development in the conditions of the right-bank Forest-Step of Ukraine .....	205
<b>Prylipko T.M., Betlinska T.V.</b> The impact of stress on the milk performance of cows ....	213
<b>Tkachuk V.P., Kostash V.B., Prylipko T.M.</b> Production check of the optimal dose of feed probiotic supplement «Biomagn» in the diet of calves .....	218
<b>ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE</b> .....	223
<b>Samoilenko N.M., Gadieva Yu.S., Titarenko A.I.</b> Biodegradation of polylactide waste and composites based on it by local microorganisms.....	223
<b>Sebko V.V., Nus I.B., Novozhylova T.B.</b> Multi-parameter method for monitoring wastewater parameters of vegetable canning enterprises .....	233
<b>Semeniuk S.K., Motuzna O.Ye.</b> Selection of an assortment of plants of various functions for landscaping of preschool educational institutions.....	243
<b>Sydorak R.V.</b> The effectiveness of introducing reared juvenile white Dniester crayfish ( <i>Pontastacus eichwaldi bessarabicus</i> ) into the natural water area of Lake Kugurluy.....	251
<b>Taranenko A.O., Troian B.M.</b> Analysis of wetland carbon services in the context of climate change .....	259
<b>Trus O.M., Kharytonenko H.I., Rizak G.V.</b> The Use of Nanotechnologies in Developing Environmentally Safe Materials for Ukraine's Industry .....	270
<b>Chykyriakin K.V., Shestopalov O.V.</b> Approaches to quantitative assessment of environmental culture level: formation of an integral index .....	281

## НОТАТКИ

# **Таврійський науковий вісник**

**Випуск 146**

**Частина 2**

**Серія: Сільськогосподарські науки**

Підписано до друку 31.12.2025 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.  
Умовн. друк. арк. 23,73. Зам. № 0226/194

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»  
65101, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1  
Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08  
E-mail: [mailbox@helvetica.ua](mailto:mailbox@helvetica.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.